# AutoCAD 2012 中文版 机械制图实用教程

赵罘 龚堰珏 薛宝华 等编著



赠送1光盘
实例文件和
操作视频文件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

# AutoCAD 2012 中文版
# 机械制图实用教程

赵罘　龚堰珏　薛宝华　等编著



机 械 工 业 出 版 社

本书针对 AutoCAD 2012 中文版，系统地讲解了平面和三维图形的绘制和编辑、图层设置、草图约束、精确定位、面域、图案填充、表格应用、文本注释、尺寸标注、块、外部参照、设计中心的使用、模型渲染、图形的打印和发布等方面的功能。本书章节安排由浅入深，循序渐进。具体写作上，首先介绍相应功能的基础知识，然后利用一个或多个典型范例使读者了解具体操作方法，实例操作步骤翔实，图文并茂，引领读者方便、透彻地掌握 AutoCAD 软件。

本书可作为与机械制图工作相关的广大工程技术人员的 AutoCAD 自学教程和参考书籍，也可作为大专院校计算机辅助设计课程的指导教材。本书附光盘一张，包含本书的实例文件和操作视频文件。

**图书在版编目（CIP）数据**

AutoCAD 2012 中文版机械制图实用教程/赵罘等编著. —北京：机械工业出版社，2012.6

ISBN 978-7-111-38107-5

Ⅰ.①A… Ⅱ.①赵… Ⅲ.①机械制图—AutoCAD 软件—教材 Ⅳ.①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 073857 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）
策划编辑：李万宇　责任编辑：李万宇　王彦青
版式设计：刘怡丹　责任校对：刘怡丹
封面设计：马精明　责任印制：杨　曦
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷
2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm · 14.25 印张 · 363 千字
0 001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-38107-5
　　　　　ISBN 978-7-89433-420-6（光盘）
定价：39.00 元（含 1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务
社服务中心：（010）88361066
销售一部：（010）68326294
销售二部：（010）88379649
读者购书热线：（010）88379203
网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
**封面无防伪标均为盗版**

# 前　　言

AutoCAD 是目前应用最广泛的计算机辅助绘图和设计软件之一，由美国 Autodesk 公司开发，广泛应用于机械设计、土木建筑、装饰装潢、城市规划、园林设计、电子电路、服装鞋帽、航空航天、轻工化工等诸多领域。在各类大中专院校，AutoCAD 是 CAD 技术的必修内容，熟练掌握 AutoCAD 软件的方法和技巧，已成为工科类学生以及工程技术人员的基本技能之一。

最新版本中文版 AutoCAD 2012 在运行速度、图形处理及网络功能等方面有了很大提高和更新，具有方便上手，运行高效快捷等特点。

本书作者长期从事 AutoCAD 专业设计和教学，对 AutoCAD 有深入的了解，并积累了大量的实际工作经验。本书采用通俗易懂，循序渐进的讲解方式，系统地阐述了 AutoCAD 各种工具、命令的使用。书中的范例提供了独立、完整的设计制作过程，每个操作步骤都有文字说明和图例展示，并在所附光盘中提供了多媒体影音视频讲解，讲解形式活泼、方便、实用，以便读者从本书的范例制作过程中尽快熟悉中文版 AutoCAD 2012 的各项功能，培养实际设计能力。

本书主要由赵罘、龚堰珏、薛宝华编写，参加编写的还有刘玥、孟春玲、张媛、赵楠、张剑峰、路风、路雨、郑玉彬、张艳婷、刘玢、刘良宝、李耀明、于勇、苏彬、刘奇荣、张妍、郭凯、龚勤。

本书适用于 AutoCAD 的初、中级用户，可以作为理工科高等院校相关专业的学生用书和 CAD 专业课程实训教材、技术培训教材，适合工业企业、研究院所的产品开发和技术部门人员。

由于水平有限，书中难免会有疏漏和不足之处，恳请广大读者提出宝贵意见，电子邮箱是 zhaoffu@ 163. com。

编　者

# 目　录


前言

第 1 章　AutoCAD 2012 入门 …… 1

1.1　认识 AutoCAD 2012 …… 1

1.1.1　软件功能 …… 1

1.1.2　操作界面 …… 2

1.2　文件管理 …… 8

1.2.1　创建新文件 …… 8

1.2.2　打开图形文件 …… 9

1.2.3　保存和关闭图形文件 …… 9

1.3　基本操作 …… 11

1.3.1　绘图环境设置 …… 11

1.3.2　基本命令和数据输入操作 …… 12

1.3.3　图形缩放与平移 …… 15

第 2 章　基本图形绘制 …… 16

2.1　点命令 …… 16

2.1.1　点 …… 16

2.1.2　定数等分点 …… 17

2.1.3　定距等分点 …… 17

2.2　线类命令 …… 17

2.2.1　直线 …… 17

2.2.2　射线 …… 18

2.2.3　构造线 …… 18

2.3　多线类命令 …… 19

2.3.1　矩形 …… 19

2.3.2　正多边形 …… 20

2.3.3　多段线 …… 20

2.3.4　多线 …… 21

2.4　弧线类命令 …… 21

2.4.1　圆 …… 21

2.4.2　圆弧 …… 22

2.4.3　椭圆 …… 22

2.4.4　椭圆弧 …… 23

2.4.5　圆环 …… 23

2.4.6　样条曲线 …… 23

2.4.7　修订云线 …… 24

2.5　典型实例——绘制扳手 …… 25

第 3 章　绘图精确控制 …… 30

3.1　精确定位 …… 30

3.1.1　正交模式 …… 30

3.1.2　栅格工具 …… 30

3.1.3　捕捉工具 …… 31

3.2　动态输入 …… 32

3.3　对象捕捉 …… 33

3.3.1　对象捕捉方法 …… 33

3.3.2　自动对象捕捉设置 …… 34

3.4　自动追踪 …… 35

3.4.1　极轴追踪 …… 35

3.4.2　对象捕捉追踪 …… 36

3.5　典型实例 …… 36

3.5.1　绘制公切线 …… 36

3.5.2　绘制五角星 …… 38

第 4 章　图层管理与信息查询 …… 41

4.1　图层概念与特性 …… 41

4.2　图层的设置 …… 41

4.2.1　新建和命名图层 …… 42

4.2.2　线型设置 …… 42

4.2.3　线宽设置 …… 44

4.2.4　颜色设置 …… 45

4.3　图层特性管理 …… 46

4.3.1　打开和关闭图层 …… 46

4.3.2　冻结和解冻图层 …… 46

4.3.3　锁定和解锁图层 …… 47

4.3.4　图层排序 …… 47

4.3.5　图层过滤 …… 48

4.3.6　图层状态管理 …… 49

4.3.7　输入和输出图层状态 …… 49

4.4　查询与计算 …… 50

4.4.1　提取对象的几何图形信息 …… 51

4.4.2　计算器 …… 52
第 5 章　编辑平面图形 …… 55
5.1　选择对象 …… 55
5.1.1　单个点选对象 …… 56
5.1.2　指定矩形窗口区域 …… 56
5.1.3　指定不规则窗口区域 …… 56
5.1.4　指定选择栏 …… 56
5.1.5　全选 …… 56
5.1.6　从多个对象中删除选择 …… 56
5.1.7　快速选择 …… 57
5.1.8　防止对象被选中 …… 57
5.2　删除及恢复 …… 57
5.2.1　删除 …… 57
5.2.2　恢复 …… 58
5.3　复制对象 …… 58
5.3.1　复制图形 …… 58
5.3.2　镜像图形 …… 59
5.3.3　偏移图形 …… 59
5.3.4　阵列图形 …… 59
5.4　改变对象位置和大小 …… 61
5.4.1　移动图形 …… 61
5.4.2　旋转图形 …… 61
5.4.3　缩放图形 …… 62
5.5　修改对象形状 …… 62
5.5.1　修剪 …… 62
5.5.2　延伸 …… 63
5.5.3　拉伸 …… 63
5.5.4　拉长 …… 63
5.5.5　圆角 …… 64
5.5.6　倒角 …… 64
5.5.7　打断 …… 65
5.5.8　分解 …… 65
5.5.9　合并 …… 65
5.6　夹点快速编辑 …… 66
5.7　典型实例——绘制拨叉 …… 67
第 6 章　面域和图案填充 …… 78
6.1　面域造型 …… 78
6.1.1　创建面域 …… 78
6.1.2　并运算 …… 79
6.1.3　差运算 …… 79
6.1.4　交运算 …… 79
6.1.5　典型实例——扳手 …… 79
6.2　创建图案填充 …… 81
6.2.1　图案填充 …… 81
6.2.2　创建渐变色填充 …… 83
6.2.3　创建实体填充 …… 83
6.2.4　创建空白区域以覆盖对象 …… 84
6.3　编辑图案填充 …… 84
6.4　典型实例——剖面线绘制 …… 85
第 7 章　表格和注释 …… 87
7.1　文字样式 …… 87
7.2　文本标注 …… 87
7.2.1　单行文字 …… 87
7.2.2　多行文字 …… 88
7.3　编辑文本 …… 89
7.3.1　更改文字 …… 89
7.3.2　查找和替换文字 …… 89
7.3.3　拼写检查 …… 90
7.4　创建和修改表格 …… 90
7.4.1　创建空的表格对象 …… 90
7.4.2　使用表格样式 …… 91
7.4.3　表格编辑 …… 93
7.5　典型实例——绘制标题栏 …… 95
第 8 章　尺寸标注 …… 106
8.1　尺寸样式 …… 106
8.2　尺寸标注 …… 110
8.2.1　线性标注 …… 110
8.2.2　对齐标注 …… 111
8.2.3　坐标尺寸标注 …… 111
8.2.4　角度型尺寸标注 …… 112
8.2.5　弧长标注 …… 113
8.2.6　直径标注 …… 113
8.2.7　半径标注 …… 114
8.2.8　折弯标记 …… 114
8.2.9　折弯线性 …… 114
8.2.10　基线标注 …… 115
8.2.11　连续标注 …… 116
8.2.12　快速尺寸标注 …… 116

8.2.13　标注间距 …… 117
8.2.14　标注打断 …… 117
8.2.15　检验标注 …… 118
8.3　引线标注 …… 119
8.3.1　一般引线标注 …… 119
8.3.2　快速引线标注 …… 119
8.3.3　多重引线 …… 120
8.4　形位公差标注 …… 120
8.5　编辑尺寸标注 …… 121
8.6　典型实例——曲柄零件标注 …… 122
**第 9 章　块、外部参照和设计中心** …… 129
9.1　图块操作 …… 129
9.1.1　创建块 …… 129
9.1.2　存储块 …… 130
9.1.3　插入块 …… 131
9.2　块属性 …… 131
9.2.1　设置块属性 …… 132
9.2.2　编辑块属性 …… 133
9.3　动态图块 …… 135
9.4　工具选项板 …… 137
9.5　外部参照 …… 138
9.5.1　附着外部参照 …… 139
9.5.2　绑定外部参照 …… 140
9.5.3　外部参照操作 …… 141
9.5.4　编辑参照图形 …… 142
9.6　设计中心 …… 143
9.7　典型实例——绘制托盘零件 …… 144
**第 10 章　草图约束** …… 148
10.1　几何约束 …… 148
10.2　标注约束 …… 152
10.2.1　距离和角度约束 …… 153
10.2.2　表达式约束设计 …… 153
10.3　典型实例——绘制阀门 …… 154
**第 11 章　三维绘图基础知识** …… 157
11.1　三维坐标系统 …… 157
11.1.1　三维模型的分类 …… 157
11.1.2　输入三维坐标 …… 158
11.1.3　创建 UCS …… 159
11.1.4　管理 UCS …… 161
11.1.5　动态 UCS …… 162
11.1.6　控制 UCS 图标 …… 162
11.2　观察三维视图 …… 163
11.2.1　标准视点观察 …… 163
11.2.2　视点预设 …… 163
11.2.3　使用相机 …… 164
11.2.4　创建运动路径动画 …… 165
11.2.5　使用视觉控制器 ViewCube …… 165
11.2.6　三维动态观察 …… 167
**第 12 章　三维建模** …… 168
12.1　基本三维实体图元 …… 168
12.1.1　长方体 …… 168
12.1.2　棱锥体 …… 168
12.1.3　球体 …… 169
12.1.4　圆锥体 …… 169
12.1.5　圆环体 …… 170
12.1.6　圆柱体 …… 170
12.1.7　楔体 …… 170
12.1.8　多段体 …… 171
12.2　三维网格曲面 …… 171
12.2.1　直纹曲面 …… 171
12.2.2　平移曲面 …… 171
12.2.3　边界曲面 …… 172
12.2.4　旋转曲面 …… 172
12.2.5　平面曲面 …… 173
12.3　由二维图形创建实体 …… 173
12.3.1　拉伸实体 …… 173
12.3.2　旋转实体 …… 174
12.3.3　放样实体 …… 175
12.3.4　扫掠实体 …… 177
12.4　实体布尔运算 …… 177
12.4.1　并集运算 …… 178
12.4.2　差集运算 …… 178
12.4.3　交集运算 …… 178
12.4.4　干涉检查 …… 179
12.5　典型实例——绘制三通管 …… 179
**第 13 章　三维操作** …… 185
13.1　三维曲面编辑 …… 185
13.1.1　三维阵列 …… 185

13.1.2　三维镜像…… 186
13.1.3　对齐对象…… 186
13.1.4　三维移动…… 187
13.1.5　三维旋转…… 187
13.2　编辑面 …… 188
13.2.1　拉伸面 …… 188
13.2.2　移动面 …… 189
13.2.3　偏移面 …… 189
13.2.4　删除面 …… 189
13.2.5　旋转面 …… 190
13.2.6　倾斜面 …… 190
13.2.7　着色面 …… 190
13.3　编辑边和实体 …… 191
13.3.1　复制边 …… 191
13.3.2　压印边 …… 191
13.3.3　抽壳 …… 192
13.3.4　实体夹点编辑 …… 192
13.4　典型实例——绘制齿轮 …… 193
**第14章　灯光与渲染**…… 200
14.1　光源 …… 200
14.1.1　光源类型…… 200
14.1.2　创建光源…… 200
14.1.3　操作光源…… 202
14.2　材质和纹理 …… 205
14.2.1　材质 …… 205
14.2.2　贴图 …… 206
14.3　渲染 …… 207
14.3.1　基本渲染…… 207
14.3.2　渲染设置…… 208
14.3.3　保存渲染图像 …… 211
14.4　渲染实例——齿轮的渲染 …… 212
**第15章　打印与发布图形**…… 216
15.1　模型空间与布局空间 …… 216
15.1.1　布局基本操作 …… 217
15.1.2　创建布局视口 …… 220
15.2　打印 …… 221
15.2.1　页面设置…… 221
15.2.2　打印样式…… 222
15.2.3　打印输出…… 223
15.3　输入/输出其他格式的文件 …… 224
15.4　发布 …… 225
15.4.1　图形发布…… 225
15.4.2　发布 DWF 文件 …… 225
15.4.3　发布到 WEB 页 …… 227
**参考文献** …… 228

# 第 1 章　AutoCAD 2012 入门

## 1.1　认识 AutoCAD 2012

AutoCAD 是由美国 Autodesk 公司为微机上应用 CAD（Computer Aided Design，计算机辅助设计）技术而开发的绘图程序软件包，经过不断地完善，现已经成为国际上广为流行的绘图工具之一。现在最新的版本为 AutoCAD 2012。

AutoCAD 具有广泛的适应性，它可以在各种操作系统支持的微型计算机和工作站上运行，并支持分辨率为 320*200 到 2048*1024 的各种图形显示设备、数字仪、鼠标器、绘图仪和打印机，为 AutoCAD 的普及创造了条件。

AutoCAD 广泛应用于机械设计、土木建筑、装饰装潢、城市规划、园林设计、电子电路、服装鞋帽、航空航天、轻工化工等诸多领域。AutoCAD 具有良好的用户界面，通过交互菜单或命令行方式便可以进行各种操作。它的多文档设计环境，让非计算机专业人员也能很快学会使用，从而提高工作效率。

### 1.1.1　软件功能

**1. 二维绘图**

AutoCAD 能以多种方式创建直线、圆、椭圆、多边形、样条曲线等基本二维图形对象。

**2. 编辑图形**

AutoCAD 具有强大的编辑功能，可以移动、复制、旋转、阵列、拉伸、延长、修剪、缩放对象等。

**3. 标注尺寸**

可以创建多种类型尺寸，标注外观可以自行设定。

**4. 书写文字**

能轻易地在图形的任何位置、沿任何方向书写文字，可设定文字字体、倾斜角度及宽度缩放比例等属性。

**5. 图层管理功能**

图形对象都位于某一图层上，可设定图层颜色、线型、线宽等特性。

**6. 三维建模**

可创建 3D 实体及表面模型，能对实体本身进行编辑。可以运用雾化、光源和材质，将模型渲染为具有真实感的图像。

**7. 网络功能**

可将图形在网络上发布，或是通过网络访问 AutoCAD 资源。

**8. 数据交换**

AutoCAD 提供了多种图形图像数据交换格式及相应命令。

**9. 二次开发**

AutoCAD 允许用户定制菜单和工具栏，并能利用内嵌语言 AutoLisp、Visual Lisp、VBA、ADS、ARX 等进行二次开发。

最新版本 AutoCAD 2012 系列产品进一步提供了多种全新的高效设计工具，帮助使用者显著提升草图绘制、详细设计和设计修订的速度，提升产品的整体性能，并展现优良的图形和视觉体验：

1）参数化绘图工具，能够自动定义对象之间的恒定关系。

2）延伸关联数组功能，可以支持用户利用同一路径建立一系列对象。

3）强化的 PDF 发布和导入功能，帮助用户清楚明确地与客户进行沟通。

4）新增更多有力的 3D 建模工具，提升曲面和概念设计功能。

5）强化的设计和制图工具能协助使用者阅读并编辑各种文件格式、简化制图过程、提高设计精确度并缩短设计时间。

6）使用 AutoCAD 2012 系列产品，使用者可直接存取 AutoCAD WS 网络和应用程序，并借助网络浏览器或设备随时随地查看、编辑和共享设计。AutoCAD WS 网络和应用程序现提供 AppleiOS 版本，可在 iPad 和 iPhone 等设备上运作。

## 1.1.2　操作界面

启动 AutoCAD 2012，系统默认进入【草图与注释】工作空间，其操作界面如图 1-1 所示，其中包括工具栏、工具选项板、状态栏和菜单栏（默认状态下被隐藏）等。




图 1-1　AutoCAD 2012【草图与注释】工作空间

工作空间是一组菜单、工具栏、选项板和功能区面板的集合，可对其进行编组来创建基于任务的绘图环境。

AutoCAD 2012 定义了以下 4 种工作空间，使用不同工作空间时，只会显示与任务相关的菜单、工具栏和选项板。

- 【草图与注释】：显示二维绘图特有的工具。
- 【三维基础】：显示三维建模的基础工具。
- 【三维建模】：显示三维建模特有的工具。
- 【AutoCAD 经典】：显示不带有功能区的 AutoCAD 界面。

默认状态下，系统打开的是【草图与注释】空间。除【AutoCAD 经典】工作空间外，每个工作空间都显示功能区和应用程序菜单。

创建三维模型时，可以使用【三维建模】工作空间，其中仅包含与三维相关的工具栏、菜单和选项板。三维建模不需要的界面项会被隐藏，这使用户的工作屏幕区域最大化，从而为三维绘制、观察图形、创建动画、设置光源等操作提供了非常便利的环境。

【草图与注释】工作空间各部分含义介绍如下：

**1. 标题栏**

处于操作界面最上端的标题栏显示用户当前使用的图形文件。

**2. 应用程序按钮**

应用程序按钮，可搜索命令或者访问用于创建、打开和发布文件的工具，如图 1-2 所示。

（1）搜索命令

搜索结果可以包括菜单命令、基本工具提示和命令提示文字字符串，可以输入任何语言的搜索术语，如图 1-3 所示。




图 1-2　应用程序菜单




图 1-3　搜索命令

（2）访问常用工具

可创建、打开或保存文件，核查、修复和清除文件，打印、发布文件，访问【选项】对话框和关闭 AutoCAD（或双击应用程序按钮关闭 AutoCAD）。

**3. 快速访问工具栏**

默认情况下，快速访问工具栏显示在应用程序窗口顶部，它包含常用的新建、打开、保存、撤销、重做和放弃等命令，如图 1-4 所示。



图 1-4　快速访问工具栏

可以向快速访问工具栏添加无限多的工具，超出工具栏最大长度范围的工具会以弹出按钮显示，如图 1-5 所示。




图 1-5　在快速访问工具栏添加按钮

在快速访问工具栏上单击鼠标右键，在快捷菜单中进行选择，可将快速访问工具栏放置在功能区的上方或下方，如图 1-6 所示。




图 1-6　快速访问工具栏在功能区下方

如图 1-7 所示，可从快速访问工具栏访问工作空间，也可随时从状态栏上的工作空间图标切换到另一工作空间。

- 在快速访问工具栏上，单击【工作空间】下拉列表，然后选择一个工作空间。
- 在应用程序状态栏上，单击【切换工作空间】按钮，然后选择一个工作空间。

**4. 功能区**

功能区是包括创建或修改图形所需的所有工具的小型选项板，由许多面板组成，这些面板被组织到依任务进行标记的选项卡中，如图 1-8 所示。

（1）对话框启动器

对话框启动器由面板右下角的箭头图标表示，如图 1-9 所示。单击对话框启动器可以显示与该面板相关的对话框。

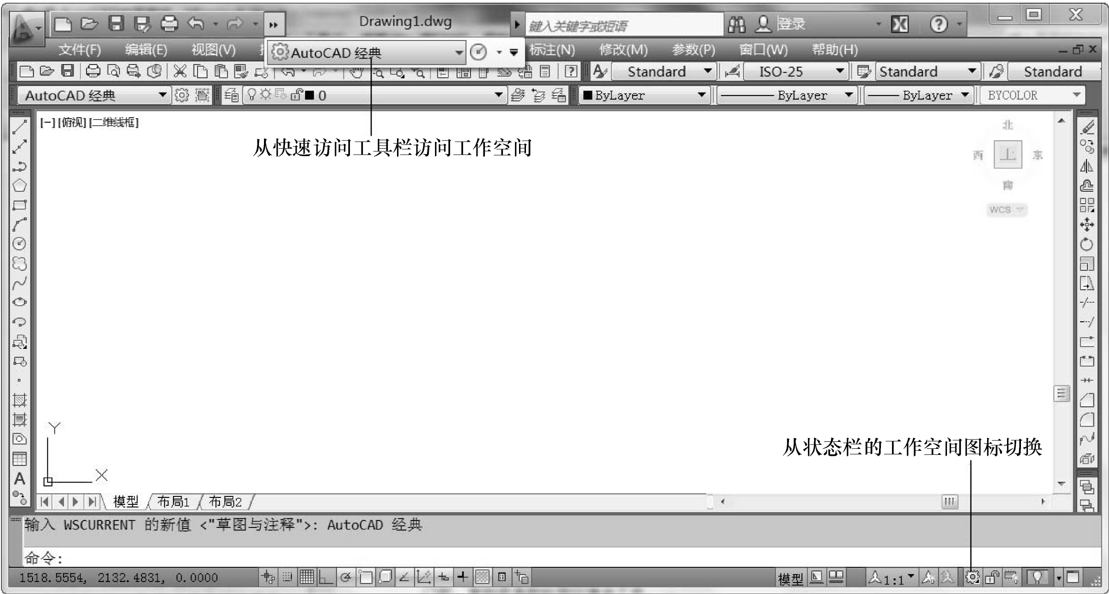



图 1-7　工作空间的切换选择




图 1-8　功能区的选项卡和面板




图 1-9　对话框启动器

(2) 显示或清除功能区选项卡或面板

在功能区上单击鼠标右键，然后在快捷菜单中指定要显示的选项卡或面板的名称，如图1-10 所示。

(3) 面板展开器

在打开的面板的标题栏上单击即可显示滑出式面板，面板标题中间的箭头▾是面板展开器，可以展开该面板以显示其他工具和控件。若要使面板处于展开状态，可单击滑出式面板左下角的图钉，如图 1-11 所示。




图 1-10　显示或清除选项卡或面板




图 1-11　面板展开器

**5. 菜单栏**

默认情况下，菜单栏通常显示在【AutoCAD 经典】工作空间中绘图区域的顶部，在【草图与注释】、【三维基础】和【三维建模】工作空间中，菜单栏处于关闭状态。

可以在快速访问工具栏上，单击【自定义】下拉菜单 |【显示菜单栏】，如图 1-12 所示。

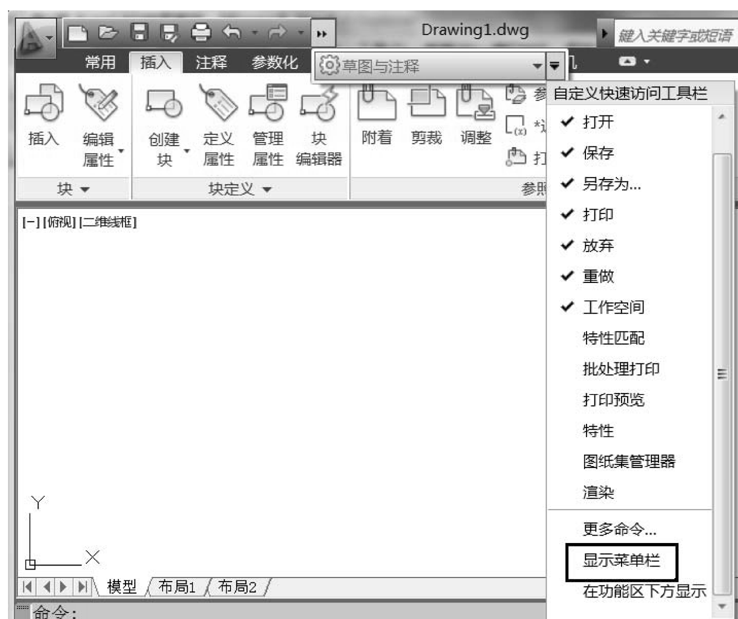



图 1-12　显示菜单栏

**6. 工具栏**

工具栏是 AutoCAD 输入命令的一种方式，单击其上的命令按钮，即可执行相应的命令。工具栏通常处于隐藏状态。要显示工具栏，依次单击【视图】选项卡 |【窗口】面板 |【工具栏】。也可以在任何工具栏上单击鼠标右键，然后从出现的快捷菜单中选择工具栏。

**7. 快捷菜单**

在屏幕的不同区域内单击鼠标右键时，可以显示不同的快捷菜单。若把单击鼠标右键行为自定义为计时的，可以长时间单击鼠标右键显示快捷菜单，而使快速单击鼠标右键与按【Enter】键的效果一样。

打开计时单击鼠标右键操作的方法：依次单击菜单【工具】|【选项】；或在命令提示下，输入 options，出现【选项】对话框的【用户系统配置】选项卡，单击【自定义右键单击】|【打开计时右键单击】，如图 1-13 所示。




图 1-13　【用户系统配置】选项卡

**8. 绘图窗口**

绘图窗口是绘制图形的区域。视口控件显示在每个视口的左上角，提供更改视图、视觉样式和其他设置的便捷方式。如图 1-14 所示，显示当前视口的设置［－］［俯视］［二维线框］。




图 1-14　视口控件

在绘图区域左下角中显示一图标，表示矩形坐标系的 XY 轴，该坐标系称为用户坐标系或 UCS。可以选择、移动和旋转 UCS 图标以更改当前的 UCS。UCS 在二维和三维绘制图形中都很重要。绘图窗口右上角是 ViewCube 工具，如图 1-15 所示，它是一种方便的工具，用来控制三维视图的方向。



图 1-15　ViewCube 工具

**9. 命令行与命令窗口**

命令窗口位于绘图窗口的下方，用于显示命令、系统变量、选项、信息和提示。有些命令具有缩写的名称，称为命令别名。要使用键盘输入命令，在命令行中输入完整的命令名称或命令别名，然后按【Enter】键或空格键。要重复上一个命令，可直接按【Enter】键或空格键。

**10. 状态栏**

位于用户界面的最下边，用于显示光标的坐标值、捕捉、极轴和对象追踪等绘图工具，以及用于快速查看和注释缩放的工具，如图 1-16 所示。



图 1-16　状态栏

用户可以预览打开的图形和图形中的布局，并在其间进行切换。使用【工作空间】按钮，用户可以切换工作空间并显示当前工作空间的名称。【锁定】按钮可锁定工具栏和窗口的当前位置。图形状态栏关闭时，图形状态栏上的工具移至应用程序状态栏。

**11. 工具选项板**

工具选项板是工具选项板窗口中的选项卡形式区域，它们提供了一种用来组织、共享和放置块、图案填充及其他工具的有效方法。工具选项板还可以包含由第三方开发人员提供的自定义工具。

## 1.2　文件管理

图形文件管理包括创建新文件、打开已有的图形文件、保存文件及关闭图形文件等。

### 1.2.1　创建新文件

创建一个新的绘图文件，以便于开始绘制一张新图。可单击快速访问工具栏中的【新建】按钮或者单击应用程序按钮，在弹出的菜单中选择【文件】|【新建】，也可以在命令行窗口输入“NEW”命令。

此时打开【选择样板】对话框，如图 1-17 所示。所有图形都是通过默认图形样板文件或用户创建的自定义图形样板文件来创建的。日常设计最常用的是“acad”和“acadiso”样板，图形样板文件存储默认设置、样式和其他数据。

此时单击【打开】或【取消】按钮，都会新建一个绘图文件，文件名将显示在标题栏上。单击选择样板对话框右下角【打开】按钮右侧的小三角形符号，会弹出【无样板打开—英制】和【无样板打开—公制】选项卡。

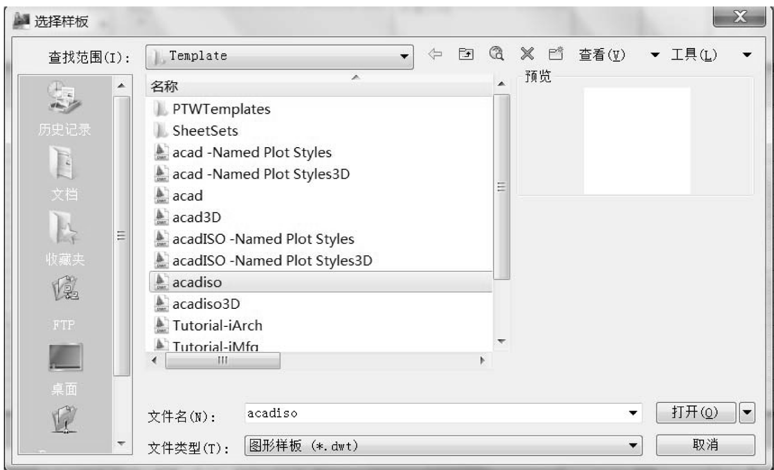



图 1-17　【选择样板】对话框

## 1.2.2　打开图形文件

打开已经存在的文件，以便于继续绘图、编辑或进行其他操作。单击快速访问工具栏中的【打开】按钮，或单击应用程序按钮，在弹出的菜单中选择【文件】|【打开】，也可以在命令行窗口输入“OPEN”命令，此时将打开【选择文件】对话框，如图 1-18 所示。

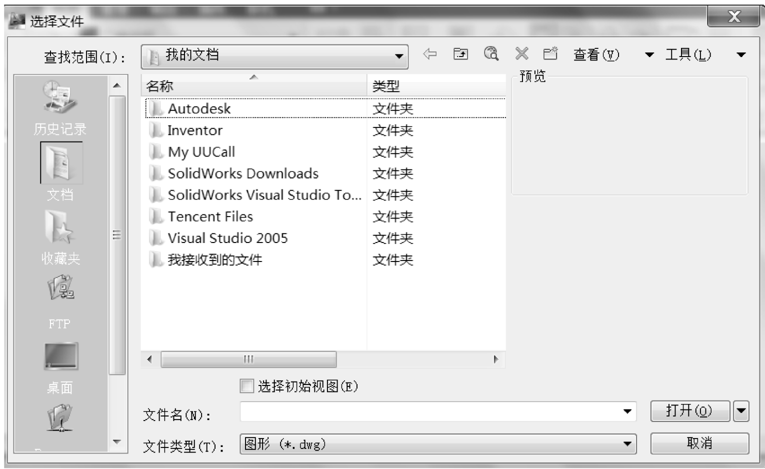



图 1-18　【选择文件】对话框

## 1.2.3　保存和关闭图形文件

保存图形文件，是将现有的文件存盘，以备后用。单击快速访问工具栏中的【保存】按钮，或单击应用程序按钮，在弹出的菜单中选择【文件】|【保存】，也可以在命令行窗口输入“SAVE”命令。

在第一次保存创建的图形时，系统将打开【图形另存为】对话框，如图 1-19 所示。默认情况下，文件以“AutoCAD 2012 图形（*.DWG）”格式保存，也可以在“文件类型”下拉列表框中选择其他格式，例如图形交换格式（DXF）的早期版本或保存为样板文件（DWT）。




图 1-19　【图形另存为】对话框

保存文件时可以使用密码保护功能，对文件进行加密保存。在【选项】对话框的【打开和保存】选项卡中，单击【安全选项】，出现对话框，在【密码】选项中输入密码，单击【确定】，如图 1-20 所示。

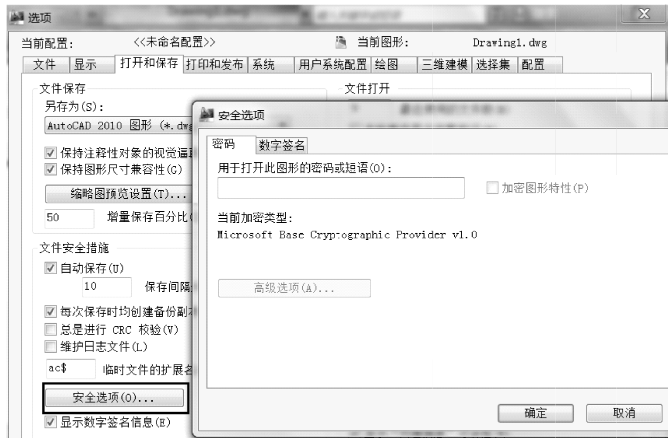



图 1-20　【安全选项】对话框

单击用户界面右上角的【关闭】按钮，或者单击应用程序按钮，在弹出的菜单中选择【文件】|【关闭】，或在命令行窗口输入“CLOSE”命令，就可以关闭当前图形文件。若当前图形未存盘，屏幕上会弹出如图 1-21 所示的对话框。




图 1-21　AutoCAD 对话框

若要退出 AutoCAD 2012，可以单击用户界面右上角的【关闭】按钮，或者单击应用程序按钮，在弹出的菜单中选择【文件】|【退出 AutoCAD2012】，也可以直接在命令行输入“QUIT”命令，或输入快捷键【Ctrl + Q】。

# 1.3　基本操作

## 1.3.1　绘图环境设置

在使用 AutoCAD 绘图前，经常需要对绘图环境的某些参数，例如绘图单位、图形界限等进行设置，使其更符合自己的使用习惯，从而提高绘图效率。

**1. 绘图单位设置**

设置绘图时显示坐标、距离和角度时要使用的格式、精度及其他约定，可保存在图形样板文件中，也可以在当前图形文件中更改这些设置。

1）菜单栏：单击应用程序按钮，在弹出的菜单中选择【图形实用工具】|【单位】；或者在经典菜单栏中选择【格式】|【单位】。

2）命令行：UNITS。

打开【图形单位】对话框，如图 1-22 所示。

- 【长度】选项卡：分别通过【类型】窗口和【精度】窗口指定当前长度单位的格式和设置线性测量值显示的小数位数或分数大小。
- 【角度】选项卡：分别通过【类型】窗口和【精度】窗口指定当前角度格式和当前角度显示的精度。默认的正角度方向是逆时针方向。
- 【插入时的缩放单位】选项卡：控制插入到当前图形中的块和图形的比例大小。
- 【方向】：显示【方向控制】对话框，用于定义起始角度的方向。




图 1-22　【图形单位】对话框

**2. 图形界限设置**

图形界限就是绘图区域，也称为图限。为了将绘制的图纸方便地打印输出，在绘图前应设置好图形界限。

1）菜单栏：在经典菜单栏中选择【格式】|【图形界限】。

2）命令行：LIMITS。

命令窗口将显示以下提示：

*指定左下角点或[开(ON)/关(OFF)]<0.0000, 0.0000>　//输入左下角点坐标，按【Enter】键*

*指定右上角点或 <420.0000,297.0000>：　//输入右上角点坐标，按【Enter】键*

设置了以左下角点和右上角点为对角点的矩形绘图界限。选择 ON，打开界限检查，只能在设定的界限内绘图。

**3. 绘图系统的配置**

通常情况下，安装好 AutoCAD 2012 后就可以在其默认状态下绘制图形，但有时为了使用特殊的定点设备、打印机，或提高绘图效率，用户需要在绘制图形前先对系统参数进行必

要的设置。

1）菜单栏：在经典菜单栏中选择【工具】|【选项】。

2）单击应用程序按钮，在弹出的菜单中选择【选项】按钮。

打开【选项】对话框。在该对话框中包含【文件】、【显示】、【打开和保存】、【打印和发布】、【系统】、【用户系统配置】、【草图】、【三维建模】、【选择集】和【配置】10 个选项卡，在此，可以自定义程序设置，如图 1-23 所示。




图 1-23　【选项】对话框

- 【文件】选项卡：列出程序，在其中搜索支持文件、驱动程序文件、菜单文件和其他文件的文件夹位置。
- 【显示】选项卡：自定义设置绘图环境、控制现有布局和新布局、确定十字光标的大小、控制绘制对象的显示质量等。
- 【打开和保存】选项卡：设置打开和保存文件的相关选项。
- 【打印和发布】选项卡：设置与打印和发布相关的选项。
- 【系统】选项卡：用于设置 AutoCAD 系统的有关特性。
- 【用户系统配置】选项卡：控制优化工作方式的选项。
- 【草图】选项卡：设定多个编辑功能的选项（包括自动捕捉和自动追踪）。
- 【三维建模】选项卡：设定在三维中使用实体和曲面的选项。
- 【选择集】选项卡 ：设定选择对象的选项。
- 【配置】选项卡 ：控制配置的使用。

## 1.3.2　基本命令和数据输入操作

### 1. 命令的输入

常用的命令输入方式有：命令行输入、菜单栏命令、工具栏按钮、命令别名或快捷键，它们大都是相互对应的，可以选择任一方式绘图。

（1）使用命令行输入

可以在当前命令行提示下输入命令、对象参数等内容，按【Enter】回车键表示确认，并根据命令行的提示信息进行绘图操作。这种方法要求掌握绘图命令及其选择项的具体功能。

命令字符可不区分大小写。执行命令时，在命令行提示中经常会出现命令选项。例如：输入绘制直线的命令“LINE”后，命令行提示与操作如下：

命令：LINE↙

*指定第一点：　//在屏幕上指定一点或输入一个点的坐标*

*指定下一点或[放弃(U)]：*

选项中不带括号的提示为默认选项，因此可以直接输入直线段的起点坐标或在屏幕上指定一点，如果要选择其他选项，则应该首先输入该选项的标识字符，例如【放弃】选项的标识字符为 U，然后按系统提示输入数据即可。在命令选项后面，有时还带有尖括号，尖括号中的数值为默认数值。

在【命令行】窗口中右击，AutoCAD 将显示一个快捷菜单。通过它可以选择最近使用过的 6 个命令、复制选定的文字或全部命令历史记录、粘贴文字，以及打开【选项】对话框。

（2）菜单栏或屏幕菜单输入

菜单栏或屏幕菜单的内容一致，单击菜单栏进行命令选择。该方式比命令行输入快。例如，经典菜单栏中的【修改】菜单用于编辑图形，创建复杂的图形对象，其中包含了 AutoCAD 2012 的大部分编辑命令，通过选择该菜单中的命令或子命令，可以完成对图形的所有编辑操作。

（3）工具栏或功能区面板输入

可以单击工具栏或控制面板上命令选项按钮的方式绘图，这种方式更快捷。工具栏中的每个工具按钮都与菜单栏中的菜单命令对应，单击按钮即可执行相应的绘图命令。

AutoCAD 中，鼠标键是按照下述规则定义的。

- 拾取键：通常指鼠标左键，用于指定屏幕上的点，也可以用来选择 Windows 对象、AutoCAD 对象、工具栏按钮和菜单命令等。
- 回车键：指鼠标右键，相当于【Enter】键，用于结束当前使用的命令，此时系统将根据当前绘图状态而弹出不同的快捷菜单。
- 弹出菜单：当使用【Shift】键和鼠标右键的组合时，系统将弹出一个快捷菜单，用于设置捕捉点的方法。对于 3 键鼠标，弹出按钮通常是鼠标的中间按钮。

（4）在命令窗口输入命令别名

有些命令具有缩写的名称，称为命令别名，例如 LINE 的命令别名为 L。这是 AutoCAD 命令输入的快捷方式，用户可以自己为任何 AutoCAD 命令、设备驱动程序命令或外部命令定义别名。这是一种最为快捷的命令输入方式。

**2. 命令的重复、撤销和重做**

执行命令中，AutoCAD 一般使用【Enter】键或【Spacebar】空格键，或快速单击鼠标右键来确认命令的输入。

（1）命令的重复

如果用户要重复上次使用的命令，可以再次键入【Enter】键或【Spacebar】空格键，或者直接在绘图区右击鼠标，系统立即重复执行上次使用的命令。如果仅记住了一个命令的开头部分，而忘记了命令全名，可以在命令行中输入该命令的开头部分，然后用【Tab】键来查找所需的命令。如果要使用前几步使用的命令，可以在命令行中使用方向键【↓】和【↑】来查找命令。

（2）命令的撤销

在命令执行的任何时刻都可以取消和终止命令的执行。可以在菜单栏选择【编辑】|【放弃】，或者单击快速访问工具栏中的【放弃】按钮，或者使用快捷键【ESC】，或者在命令行窗口输入“UNDO”命令。

（3）命令的重做

已撤销的命令还可以恢复重做。可以在菜单栏选择【编辑】|【重做】，或者单击快速访问工具栏中的【重做】按钮，或者在命令行窗口输入“REDO”命令。

UNDO 和 REDO 命令，可以一次执行多重放弃和重做操作。单击 UNDO 和 REDO 列表箭头，可以选择要放弃或重做的操作。

**3. 数据输入方法**

在命令提示输入点时，可以使用鼠标等定点设备指定点，也可以在命令提示下输入坐标值。在 AutoCAD 二维绘图中，一般使用直角坐标系（笛卡儿坐标系）或极坐标系输入二维坐标值。每种坐标又分别具有两种坐标输入方式：绝对坐标和相对坐标。

打开动态输入时，也可以在光标旁边的工具提示中输入坐标值。

1）直角坐标法：用点的（X，Y）坐标值表示的坐标。

① 绝对直角坐标。要使用笛卡儿直角坐标指定点，在命令行中输入点的坐标提示下，输入以逗号分隔的 X 值和 Y 值（X，Y）。X 值是沿水平轴以单位表示的正的或负的距离，Y 值是沿垂直轴以单位表示的正的或负的距离。这是绝对坐标输入方式，表示点的坐标是相对于当前坐标原点的坐标值。使用动态输入时，在光标旁边的工具提示中使用前缀“#”指定绝对坐标。

② 相对直角坐标。相对坐标是基于上一输入点的。如果知道某点与前一点的位置关系，可以使用相对（X，Y）坐标。要指定相对坐标，则在坐标前面添加一个“@”符号。

2）极坐标法：用距离和角度来定位点，只能表示二维点坐标。

输入极坐标需要用角括号“<”分隔距离和角度。默认情况下，角度按逆时针方向增大，按顺时针方向减小。要指定顺时针方向，角度为负值。例如，输入“1<300”和“1<-60”代表相同的点。可以使用 UNITS 命令更改当前图形的角度约定。

① 绝对极坐标。绝对极坐标是相对于坐标原点的坐标。例如：“10<45”是指从 X 轴正方向逆时针旋转 45°，距离原点 10 个单位的点。

② 相对极坐标。相对极坐标是基于上一个输入点的坐标。例如，相对于前一点距离为 10 个单位、角度为 45°的点，应输入@10<45。

**4. 坐标的动态输入**

在状态栏的绘图工具处，启动“动态输入”模式，用户可以直接在光标处快速启动命令、读取提示和输入值。使得用户在创建和编辑几何图形时，动态查看标注值，而且可以在

屏幕上输入坐标值，通过【Tab】键可在这些值之间切换。

**5. 坐标值的显示**

窗口底部的状态栏中可以显示当前光标位置的坐标值。也可以采用如下方法显示点的坐标值：单击菜单栏中的【工具】|【查询】|【点坐标】命令或单击【常用】选项卡|【实用工具】|【点坐标】按钮，也可以在命令行输入“ID”命令。

## 1.3.3　图形缩放与平移

绘制或编辑复杂图形时，经常要观察图形的某些细节，这就需要对图形进行放大、缩小或平移，而图形本身的绝对大小以及在世界坐标系中的位置不变。

**1. 平移视图**

用户可以平移视图以重新确定其在绘图区域中的位置。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【视图】|【平移】|【实时】命令。

2）工具栏：单击【视图】选项卡|【导航】工具栏中的【平移】按钮 平移。

3）命令行：PAN。

执行 PAN 命令，鼠标移到绘图区，变成“”形状，按住定点设备上的拾取键可以锁定光标于相对视口坐标系的当前位置。图形显示随光标向同一方向移动。

可以释放拾取键，将光标移动到图形的其他位置，然后再按拾取键，接着从该位置平移显示。要随时停止平移，按【Enter】键或【Esc】键。

**2. 缩放视图**

当在图形中进行局部特写时，可能经常需要将图形缩小以观察总体布局。缩放视图，不改变图形中对象的绝对大小，只改变视图的比例。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【视图】|【缩放】|【实时】命令。

2）工具栏：单击【视图】选项卡|【导航】工具栏中的【范围】下拉菜单中的 缩放【缩放】按钮。

3）命令行：ZOOM。

若要退出缩放，请按【Enter】键或【Esc】键。

**3. 使用【鸟瞰视图】窗口**

可以使用“鸟瞰视图”窗口快速更改当前视口中的视图，无需中断当前命令便可以直接进行缩放和平移操作。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【视图】|【鸟瞰视图】命令。

2）命令行：DSVIEWER。

弹出【鸟瞰视图】窗口，如图 1-24 所示。

【鸟瞰视图】窗口具有简单的菜单和工具栏按钮，可以用来改变鸟瞰视图中的图像显示，这些改变不会影响绘图区域的当前视图。




图 1-24　【鸟瞰视图】窗口

# 第 2 章　基本图形绘制

任何一幅工程图都是由点、直线、圆、圆弧等这些基本图形元素组合而成的。只有熟练掌握这些基本图形的绘制方法，才能方便、快捷地绘制出机械零件的三视图、装配图等各种更加复杂的图形。因此，熟练掌握平面图形中这些基本图形元素的绘制方法，是绘制各种图形的前提条件。本章主要介绍使用点、线、圆、矩形等工具绘制图形的方法和技巧。

## 2.1　点命令

点是组成图形的最基本元素，通常用来作为捕捉对象的参考点。掌握绘制点方法的关键在于灵活运用点样式，并根据需要定制各类型的点。

### 2.1.1　点

**1. 绘制单点**

绘制单点是指在指定位置绘制一个点。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【点】|【单点】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【点】按钮。

3）命令行：POINT。

命令窗口将显示以下提示：

*当前点模式：PDMODE = 2 PDSIZE = 0.0000 //系统显示当前点的样式及大小*

*指定点：　　　　　　//输入点的坐标或在绘图区单击需要绘制点的位置，完成绘制*

绘制点之前可选择【格式】|【点样式】菜单命令，打开如图 2-1 所示的【点样式】对话框，设置所需要的点样式和输入点的大小，完成后单击确定按钮。

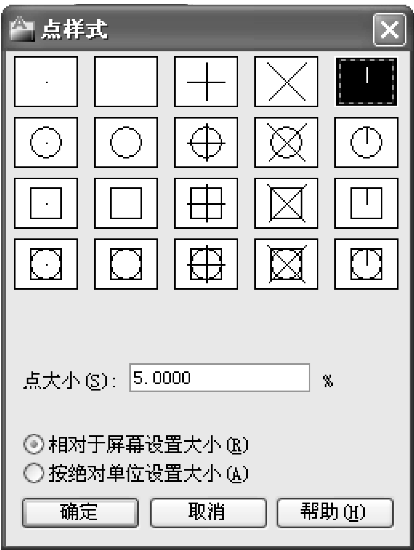



图 2-1　【点样式】对话框

**2. 绘制多点**

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【点】|【多点】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【点】按钮。

3）命令行：POINT。

命令窗口将显示以下提示：

*当前点模式：PDMODE = 4 PDSIZE = 0.0000 //系统显示当前点的样式及大小*

*指定点：　　　　//依次指定点，结束后按【Esc】键完成绘制*

### 2.1.2　定数等分点

该等分方式可以将直线、圆、圆弧、多段线和样条曲线等对象等分为指定数目的相等长度，这个操作并不将对象实际等分为单独的对象，而是标明定数等分的位置，以便将它们作为几何参考点。

1）选择菜单栏中的【绘图】|【点】|【定数等分】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【定数等分】按钮。

3）命令行：DIVIDE。

命令窗口将显示以下提示：

*选择要定数等分的对象：　　//拾取图形对象*

*输入线段数目或［块（B）］：　　//输入等分数目，完成绘制*

注意：执行等分点操作时，等分的起点随对象类型变化。

- 对于直线或非闭合的多段线，起点是距离选择点最近的端点。
- 对于闭合的多段线，起点是多段线的起点。
- 对于圆，起点是以圆心为起点、当前捕捉角度为方向的捕捉路径与圆的交点。例如，如果捕捉角度为 0°，那么圆等分从三点（时钟）的位置开始并沿逆时针方向继续。

### 2.1.3　定距等分点

该等分点方式是在选定的对象上，沿对象的长度或周长，以指定的间隔绘制等分点或者在等分点处插入块。等分对象的最后一段可能要比指定的间隔短。

如果点标记显示为单点（默认设置），可能看不到等分间距。可以使用【点样式】对话框，更改点标记的样式。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【点】|【定距等分】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【定距等分】按钮。

3）命令行：MEASURE。

命令窗口将显示以下提示：

*选择要定距等分的对象：　　//拾取图形对象*

*指定线段长度或［块（B）］：　　//输入间距*

注意：沿选定对象按指定间隔放置点对象，从最靠近用于选择对象的点的端点处开始放置。

- 块：沿选定对象按指定间隔放置块。

## 2.2　线类命令

线型对象命令包括直线、射线和构造线。这几个命令是 AutoCAD 中最简单的绘图命令。

### 2.2.1　直线

AutoCAD 中，绘制一条直线段，指定两点便可以绘制，绘制连续的折线时，连续指定多个点即可。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【直线】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【直线】按钮。

3）命令行：LINE。

命令窗口将显示以下提示：

*指定第一点：　　//输入起始点*

*指定下一点或[放弃(U)]：　　//输入下一点*

*指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]：　　//输入下一点，按【Enter】键结束绘制*

- 在“指定下一点”提示下，用户可以指定多个端点，从而绘出多条直线段，每条直线是独立的对象，互不干涉，可以进行单独的编辑操作。
- 输入选项“C”响应“指定下一点”提示，系统会自动连接起始点和最后的端点，从而画出封闭的图形。
- 输入选项“U”响应提示，则删除最近一次绘制的直线段。
- 若按下状态栏中的“正交模式”按钮，只能绘制水平线段或垂直线段。

### 2.2.2　射线

AutoCAD 中可以绘制一端固定，另一端可以无限延伸的射线。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【射线】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【射线】按钮。

3）命令行：RAY。

命令窗口将显示以下提示：

*指定起点：　　//输入起始点*

*指定通过点：　　//输入射线经过的点*

*指定通过点：　　//按【Enter】键结束绘制*

- 当指定一个射线起始点后，在“指定通过点：”命令提示时可以依次指定多个通过点，来绘制以同一起始点为端点的多条射线，直到按【Enter】键结束射线绘制命令。

### 2.2.3　构造线

两个方向无限延伸的直线，称为构造线，通常用作绘图过程中辅助线的绘制，用特殊线型显示，在图形输出时可不做输出。绘制机械图的三视图，构造线的应用保证了三视图之间“主、俯视图长对正，主、左视图高平齐，俯、左视图宽相等”的对应关系。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【构造线】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【构造线】按钮。

3）命令行：XLINE。

命令窗口将显示以下提示：

*指定点或[水平(H)/垂直(V)/角度(A)/二等分(B)/偏移(O)]：　　//输入起始点或选择其他绘制方式*

*指定通过点：　　//输入下一点*

*指定通过点：　　//按【Enter】键结束绘制*

- 水平（H）：绘制经过指定点，且平行于 X 轴的水平构造线。
- 垂直（V）：绘制经过指定点，且平行于 Y 轴的垂直构造线。
- 角度（A）：以指定的角度绘制一条构造线。
- 二等分（B）：绘制二等分指定角的构造线，指定用于创建角度的顶点和直线。
- 偏移（O）：根据已有的直线对象，通过输入偏移距离、选择参考的直线和偏移方向，绘制出与其平行的构造线。
- 指定通过点：用指定点来定义构造线通过的位置。

## 2.3　多线类命令

矩形、多边形是相对复杂的直线型对象。

### 2.3.1　矩形

AutoCAD 中可以通过多种方式绘制标准的矩形，而且可以绘制出带有圆角或倒角效果的矩形。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【矩形】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【矩形】按钮□。

3）命令行：RECTANG。

命令窗口将显示以下提示：

*指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]：　　//输入一个角点的位置*

*指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]：　　//输入对角点的位置，完成绘制*

- 倒角（C）：绘制倒角矩形。输入 C，按照系统提示输入第 1、第 2 倒角距离，明确第 1 和第 2 角点，可完成绘制。其中第 1 倒角距离指沿 X 轴方向的距离，第 2 倒角距离指沿 Y 轴方向的距离。
- 标高（E）：指定矩形的标高。该命令一般用于三维绘图中。
- 圆角（F）：指定矩形的圆角半径。
- 厚度（T）：绘制具有厚度特征的矩形。
- 宽度（W）：绘制具有宽度特征的矩形。
- 面积（A）：使用面积与长度或宽度创建矩形。如果“倒角”或“圆角”选项被激活，则区域将包括倒角或圆角在矩形角点上产生的效果。
- 尺寸（D）：使用指定的矩形长和宽的尺寸来创建矩形。
- 旋转（R）：按指定的旋转角度创建矩形。

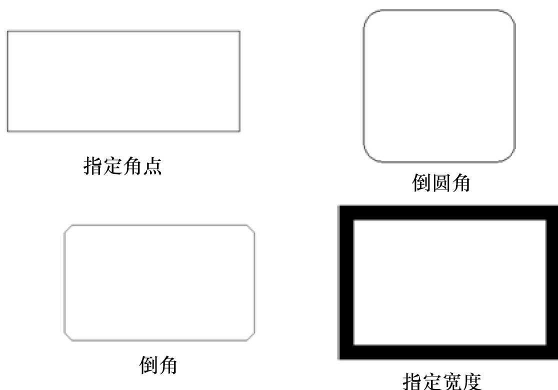


图 2-2　各种矩形

选择不同的选项可以获得不同的矩形效果，如图 2-2 所示，但都必须指定

第 1 和第 2 角点，从而确定矩形的大小。

## 2.3.2　正多边形

AutoCAD 中可以通过多种方式绘制边数为 3～1024 的正多边形。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【多边形】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【多边形】按钮。

3）命令行：PLOYGON。

命令窗口将显示以下提示：

*输入侧面数 <4>：　　//输入多边形边数*

*指定正多边形的中心点或［边（E）］：　//指定多边形中心点坐标*

*输入选项［内接于圆（I）/外切于圆（C）］<I>：　//选择选项*

*指定圆的半径：　　//指定圆半径，完成绘制*

有两种方法绘制正多边形：

**1. 指定正多边形中心点方式绘制多边形**

其中，中心点到边的距离有两种绘制方式：

1）内接于圆（I）：指定中心点到多边形端点距离，即指定内接圆的半径来确定多边形，正多边形的所有顶点都在此圆周上。

2）外切于圆（C）：指定中心点到多边形任意边中点的垂直距离，即指定外切圆的半径来确定多边形。

**2. 以指定边长方式绘制多边形**

由于正多边形每条边的长度都相等，因此，通过直接在绘图区域指定两点，或者指定一点后输入边长可以绘制相应的正多边形。其中绘制时是沿第一端点→第二端点逆时针方向绘制出的多边形。

## 2.3.3　多段线

多段线适用于地形、等压和其他科学应用的轮廓素线、布线图和电路印刷板布局、流程图和布管图及三维实体建模的拉伸轮廓和拉伸路径。

AutoCAD 中多段线是作为单个对象创建的相互连接的线段序列。可以创建直线段、圆弧段或两者的组合线段。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【多段线】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【多段线】按钮。

3）命令行：PLINE。

命令窗口将显示以下提示：

*指定起点：　　//指定多段线起点*

*当前线宽为 0.0000　　//系统显示当前多段线的宽度；*

*指定下一个点或［圆弧（A）/半宽（H）/长度（L）/放弃（U）/宽度（W）］：　　//指定第一段直线的端点*

*指定下一点或［圆弧（A）/闭合（C）/半宽（H）/长度（L）/放弃（U）/宽度（W）］：　　//指定下一点或选择相应选项*

- 下一点：绘制一条直线段。将显示前一个提示。

- 圆弧：将圆弧段添加到多段线中。
- 半宽：将多段线总宽度的值减半。将绘制一条宽度渐变的线段或圆弧，如图 2-3 所示。
- 长度：在与上一线段相同的角度方向上绘制指定长度的直线段。
- 放弃：删除最近一次添加到多段线上的直线段。
- 宽度：指定下一条直线段的宽度。

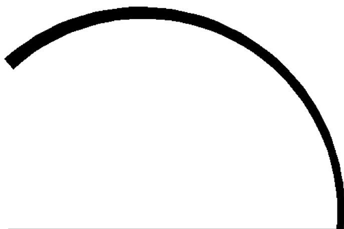


图 2-3　多段线

### 2.3.4　多线

由多条平行线组成的图形元素即多线，这些平行线之间的间距和数目可以调整。多线常用于建筑图样中的墙体、电子线路图中的平行线条等图形对象的绘制。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【多线】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【多线】按钮。

3）命令行：MLINE。

命令窗口将显示以下提示：

*当前设置：对正 = 上，比例 = 20.00，样式 = STANDARD　　//显示当前多线样式*

*指定起点或［对正（J）/比例（S）/样式（ST）］：　　//输入多线起始点*

*指定下一点：　　//指定多线下一点*

*指定下一点或［放弃（U）］：　　//指定多线下一点*

*指定下一点或［闭合（C）/ 放弃（U）］：　　//按【Enter】键结束命令*

- 对正：确定如何在指定的点之间绘制多线。确定将在光标的哪一侧绘制多行，或者是否位于光标的中心上。
- 比例：控制多线的全局宽度，改变多线之间的距离大小。该比例不影响线型比例。
- 样式：指定多线的样式。

## 2.4　弧线类命令

曲线对象命令包括圆、圆弧、椭圆和圆环等。这几个命令是 AutoCAD 中最简单的曲线绘制命令。

### 2.4.1　圆

圆是组成图形的基本元素，AutoCAD 中有多种绘制圆的方法。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【圆】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【圆】按钮。

3）命令行：CIRCLE。

根据下拉菜单或者命令行的提示，可选择不同的方式绘制圆，绘圆方式如下：

- 圆心、半径（圆心、半径(R)）：指定圆的圆心和半径绘制圆，为默认绘制方式。
- 圆心、直径（圆心、直径(D)）：指定圆的圆心和直径绘制圆。
- 两点（两点(2)）：两点是指圆的直径的两个端点，通过指定两点，以这两点之间

的直线距离为直径绘制圆。

- 三点（三点(3)）：三点是指圆上的任意三点，通过指定三个点绘制圆。
- 相切、相切、半径（相切、相切、半径(T)）：通过指定圆与其他对象上的两个切点，和指定圆的半径绘制圆。
- 相切、相切、相切（相切、相切、相切(A)）：通过指定圆与其他对象的三个切点绘制圆。

## 2.4.2　圆弧

AutoCAD 绘制圆弧也有很多方法，这些方法由起点、圆心、端点、角度、方向、长度、半径等绘制条件组合而成。在绘制时，根据不同需要，组合条件完成圆弧绘制。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【圆弧】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【圆弧】按钮。

3）命令行：ARC。

根据下拉菜单或者命令行的提示，可选择不同的方式绘制圆弧，各绘制方式如下：

- 三点（三点(P)）：指定圆弧的起点、端点和圆弧上任意一点来完成操作，为默认绘制方式。
- 起点、圆心、端点（起点、圆心、端点(S)）：依次指定圆弧的起点、圆心、端点完成圆弧绘制。
- 起点、圆心、角度（起点、圆心、角度(T)）：依次指定圆弧的起点、圆心、角度完成圆弧绘制。
- 起点、圆心、长度（起点、圆心、长度(A)）：依次指定圆弧的起点、圆心、长度完成圆弧绘制。
- 起点、端点、角度（起点、端点、角度(N)）：依次指定圆弧的起点、端点、角度完成圆弧绘制。
- 起点、端点、方向（起点、端点、方向(D)）：依次指定圆弧的起点、端点、方向完成圆弧绘制。
- 起点、端点、半径（起点、端点、半径(R)）：依次指定圆弧的起点、端点、半径完成圆弧绘制。
- 圆心、起点、端点（圆心、起点、端点(C)）：依次指定圆弧的圆心、起点、端点完成圆弧绘制。
- 圆心、起点、角度（圆心、起点、角度(E)）：依次指定圆弧的圆心、起点、角度完成圆弧绘制。
- 圆心、起点、长度（圆心、起点、长度(L)）：依次指定圆弧的圆心、起点、长度完成圆弧绘制。
- 连续（圆心、起点、长度(L)）：通过此种方式绘制时，可从一段已有的圆弧开始绘制圆弧，并与已有圆弧沿切线方向相接。

## 2.4.3　椭圆

椭圆也是一种闭合曲线，是一种基本的构图元素。椭圆由定义其长度和宽度的两条轴决

定，较长的轴称为长轴，较短的轴称为短轴。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【椭圆】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【椭圆】按钮。

3）命令行：ELLIPSE。

绘制椭圆的方法有两种：

- 圆心（圆心(C)）：通过指定椭圆圆心、长半轴的端点以及短半轴的长度绘制椭圆。
- 轴、端点（轴、端点(E)）：通过在绘图区域直接指定椭圆一轴的两个端点，并指定另一半轴长度绘制椭圆。

## 2.4.4　椭圆弧

椭圆弧也是一种基本构图元素，它除了包含中心点、长轴、短轴等几何特征外，还具有角度特征。绘制椭圆弧的方法如下：

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【椭圆弧】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【椭圆弧】按钮椭圆弧|。

3）命令行：ELLIPSE。

命令窗口将显示以下提示：

*指定椭圆的轴端点或［圆弧（A）/中心点（C）］：a　//选择绘制椭圆弧*

*指定椭圆弧的轴端点或［中心点（C）］：　//指定椭圆弧的一端点*

*指定轴的另一个端点：　//指定椭圆弧的另一端点*

*指定另一条半轴长度或［旋转（R）］：　//指定椭圆弧的长度*

*指定起始角度或［参数（P）］：　//指定起始角度*

*指定终止角度或［参数（P）/包含角度（I）］：　//指定终止角度*

- 绘制椭圆弧时指定的第一端点即为基准点。
- 椭圆弧从起点到端点按逆时针方向绘制。

## 2.4.5　圆环

圆环是填充环或实体填充圆，即带有宽度的闭合多段线。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【圆环】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【圆环】按钮。

3）命令行：DOUNT。

命令窗口将显示以下提示：

*指定圆环的内径 <0.5000>：//指定圆环的内径*

*指定圆环的外径 <1.0000>：//指定圆环的外径*

*指定圆环的中心点或 <退出>：　//指定圆环的中心点*

*指定圆环的中心点或 <退出>：　//按【Enter】键退出*

- 通过指定不同的中心点，可以继续创建具有相同直径的多个副本。要创建实体填充圆，应将内径值指定为零。

## 2.4.6　样条曲线

样条曲线是经过或接近一系列给定点的光滑曲线。在机械制图中该类曲线通常用来表示

区分断面的部分，还可以在建筑图中表示地形地貌等。AutoCAD 中可以通过拟合点或使用控制点来创建平滑的样条曲线。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【样条曲线】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏|【样条曲线】按钮。

3）命令行：SPLINE。

命令窗口将显示以下提示：

*当前设置：方式 = 拟合　节点 = 弦　　//显示当前系统默认方式*

*指定第一个点或[方式(M)/节点(K)/对象(O)]：　　//指定样条曲线的起点或更改样条曲线绘制的方式*

*输入下一个点或[起点切向(T)/公差(L)]：　　//指定下一点*

*输入下一个点或[端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]：　　//指定下一点*

*输入下一个点或[端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]：　　//指定下一点或按【Enter】键完成绘制*

- 方式：控制是使用拟合点还是使用控制点来创建样条曲线。
- 拟合：通过指定拟合点来绘制样条曲线，如图 2-4 所示。
- 控制点：通过指定控制点来绘制样条曲线，如图 2-5 所示。

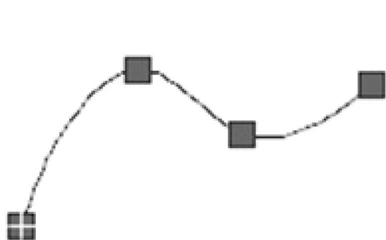


图 2-4　拟合点来绘制样条曲线

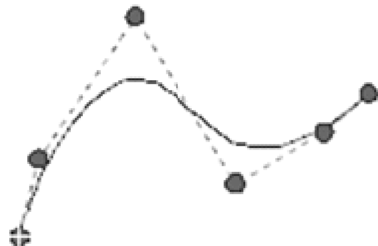


图 2-5　控制点来绘制样条曲线

- 对象：将二维或三维的二次或三次样条曲线拟合多段线转换成等效的样条曲线并删除多段线。

## 2.4.7　修订云线

修订云线是类似云彩的图形对象，是由连续圆弧组成的多段线。在检查或用红线圈阅图形时，可以使用云线来亮显标记，以提高工作效率。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【修订云线】命令。

2）工具栏：单击【绘图】工具栏下拉菜单中的【修订云线】按钮。

3）命令行：REVCLOUD。

命令窗口将显示以下提示：

*最小弧长：15　最大弧长：15 样式：普通　　　//显示云线当前样式*

*指定起点或[弧长(A)/对象(O)/样式(S)] <对象>：　　//指定起点或选择要转换的对象沿云线路径引导十字光标*

- 弧长（A）：指定云线中圆弧的长度。最大弧长不能大于最小弧长的 3 倍。
- 对象（O）：指定要转换为云线的对象。

- 样式（S）：指定修订云线的样式，包括【普通】和【手绘】两种样式。

## 2.5　典型实例——绘制扳手

本例主要应用【圆】、【直线】、【圆弧】、【多边形】等基本图形工具以及【偏移】、【修剪】和【延伸】等编辑工具（命令详见第 5 章）完成扳手零件的绘制，如图 2-6 所示。重点掌握本章介绍的关于圆弧与直线连接的应用。

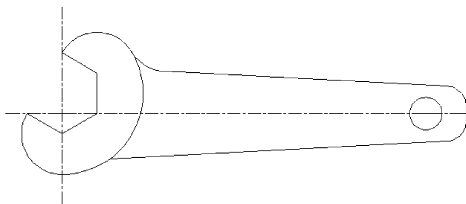


图 2-6　扳手零件

| | | |
|---|---|---|
| | 完成模型 | 配套光盘\2\完成\2.5.DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘\2\录屏\2.5.AVI |

### 1. 绘制扳手口部六边形

（1）将“粗实线层”设置为当前图层

单击【绘图】工具栏|【多边形】按钮，命令窗口将显示提示，如图 2-7 所示，键入侧面数指令中输入数字 6，单击回车。

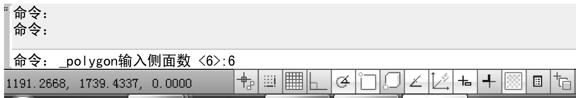



图 2-7　选择边数命令

在键入多边形中心或边长的指令中选择边长指令即输入“e”，如图 2-8 所示，单击回车。

在指定边的第一个端点输入“0”，在指定边的另一个端点输入 10，结果如图 2-9 所示，到此六边形绘制完成。

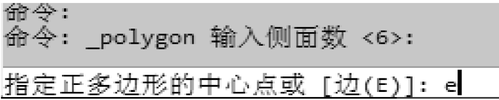



图 2-8　选择绘制方式命令

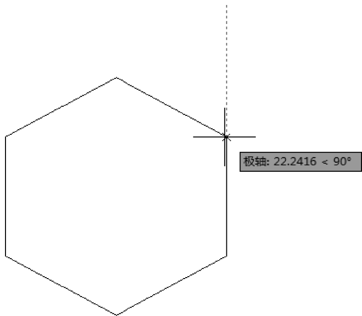



图 2-9　绘制六边形

（2）分解六边形

单击【修改】工具栏｜【分解】按钮，选择六边形为对象将其分解，并删除两条边，绘制成如图 2-10 所示图形。

**2. 绘制扳手视图中心线**

（1）将“点画线”设置为当前图层

单击【绘图】工具栏｜【直线】按钮，绘制点画线 1，连接点 3 与点 5。单击【绘图】工具栏｜【直线】按钮，绘制点画线 2，连接点 1 与点 4，确定交点 6，如图 2-11 所示。

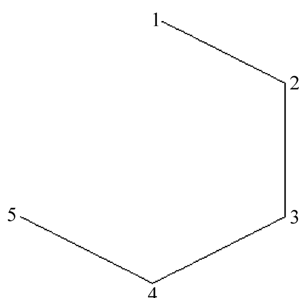



图 2-10　扳手口部六边形

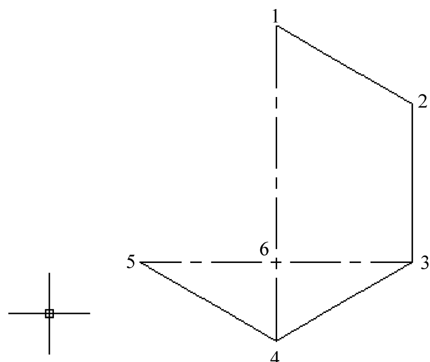



图 2-11　中心线交点确定

（2）绘制定位中心线

单击【绘图】工具栏｜【直线】按钮，绘制点画线 3，起点为点 6，长度为 90，终点为点 10。以点 10 为起点继续画直线，长度为 10，终点为 11，如图 2-12 所示。




图 2-12　定位中心线

**3. 绘制扳手口部圆弧连接**

（1）将“粗实线”设置为当前图层

（2）绘制半径为 10 的圆弧边界线

单击【绘图】工具栏｜【圆弧】按钮，绘制圆弧线Ⅰ。首先选择指定圆弧的圆心为点 2，如图 2-13 所示。

右键单击状态栏中【极轴追踪】按钮，打开极轴追踪的设置对话框，将增量角设置为 30°（极轴追踪功能详见第 3 章），如图 2-14 所示。

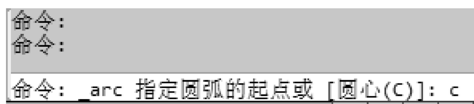



图 2-13　选择指定圆弧的圆心

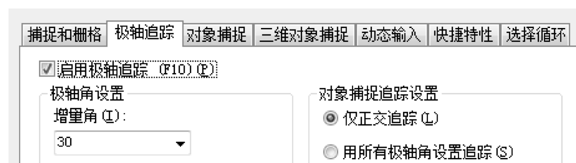



图 2-14　极轴追踪中增量角设置

指定圆弧的起点为点 7，圆弧绘制应为逆时针，故应将极轴追踪设置为 30°，半径为 10，如图 2-15 所示。

指定圆弧的终点为点 1，完成圆弧Ⅰ的绘制，如图 2-16 所示。

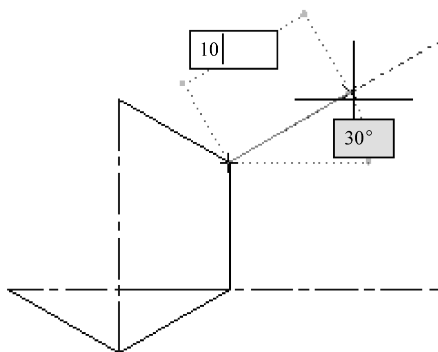



图 2-15　指定圆弧Ⅰ的起点

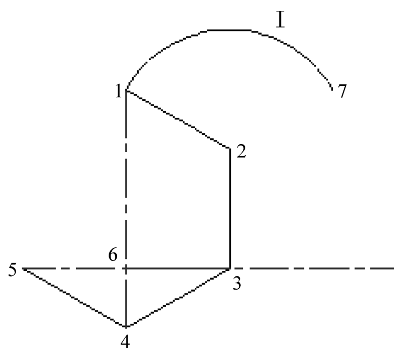



图 2-16　圆弧Ⅰ的绘制

单击【绘图】工具栏｜【圆弧】按钮，绘制圆弧线段Ⅱ。选择指定圆弧Ⅱ的圆心为点 4，圆弧的起点设置为 5，将极轴追踪设置为 90°，半径为 10，并确定圆弧Ⅱ的终点为 8，如图 2-17 所示。

（3）绘制半径为 20 的圆弧边界线

单击【绘图】工具栏｜【直线】按钮，绘制线段Ⅰ，起点为点 6，竖直向上，长度为 5，终点为 9，如图 2-18 所示。

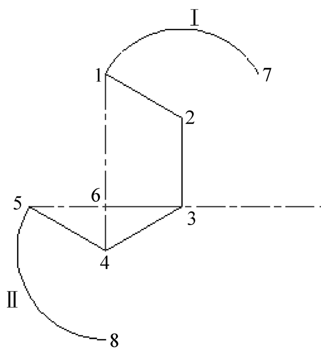



图 2-17　圆弧Ⅱ的绘制

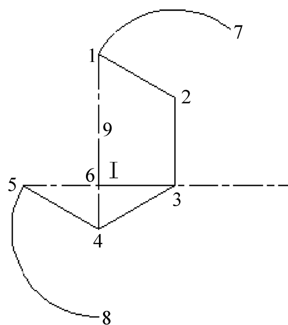



图 2-18　线段Ⅰ及点 9 的确定

单击【绘图】工具栏｜【圆弧】按钮，绘制圆弧线段Ⅲ。圆心为点 9，起点为点 8，终点为点 7，如图 2-19 所示。

删除线段Ⅰ，完成扳手口部的绘制。

**4. 绘制扳手手柄**

（1）将“粗实线”设置为当前图层

（2）绘制半径为 4 的手柄孔

单击【绘图】工具栏｜【圆】按钮，以点 10 为圆心，半径为 4 绘制圆，如图 2-20 所示。

（3）绘制扳手手柄轮廓线

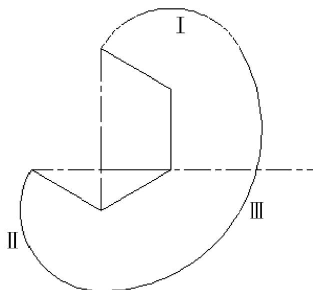



图 2-19　圆弧Ⅲ的绘制

单击【绘图】工具栏|【直线】按钮，绘制线段Ⅱ，起点为 11，长度为 7.5，终点为 12。单击【绘图】工具栏|【直线】按钮，绘制线段Ⅲ，起点为 11，长度为 7.5，终点为 13，如图 2-21 所示。

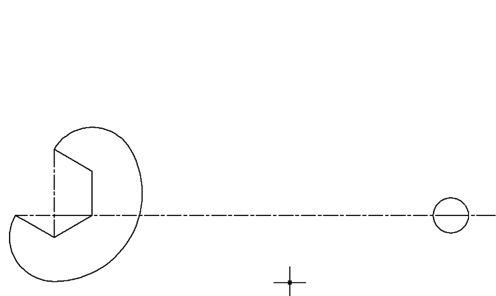


图 2-20　半径为 4 的扳手孔绘制

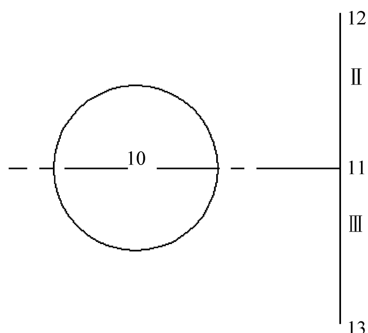



图 2-21　线段Ⅱ、线段Ⅲ的绘制

将极轴追踪设置为 3°，单击【绘图】工具栏|【直线】按钮，绘制线段Ⅳ。方向沿极轴方向，起点为 12，终点为与圆弧 3 的交点。

单击【绘图】工具栏|【直线】按钮，绘制线段Ⅴ。方向沿极轴方向，起点为 13，终点为与圆弧 3 的交点。如图 2-22 所示。

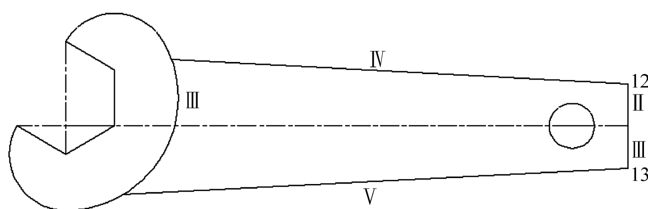



图 2-22　扳手手柄轮廓线的绘制

（4）扳手手柄倒圆角的处理

单击【修改】工具栏|【圆角】按钮，选择半径设置并将半径数值设置为 5。如图 2-23 和图 2-24 所示。

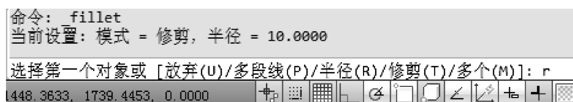



图 2-23　倒圆角中选择设置半径方式

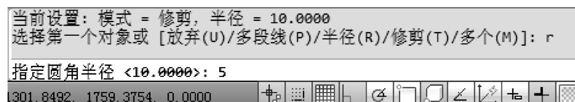



图 2-24　圆角半径大小的设置

选择线段Ⅱ和线段Ⅳ为圆角对象，完成圆角设置，如图 2-25 所示。

单击【修改】工具栏|【圆角】按钮，选择半径设置并将半径数值设置为 5。选择圆角对象为线段Ⅲ和线段 V，完成圆角处理，如图 2-26 所示。

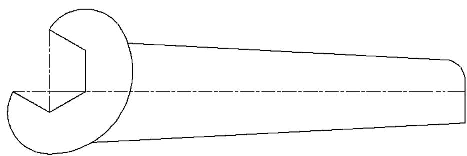


图 2-25　线段Ⅱ、线段Ⅳ的圆角处理

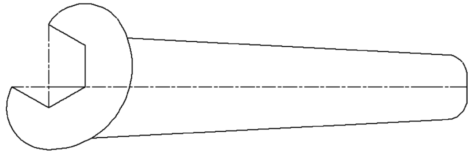


图 2-26　线段Ⅲ、线段Ⅴ的圆角处理

（5）扳手口部与手柄的圆弧过渡

单击【修改】工具栏|【圆角】按钮，选择半径设置并将半径数值设置为 5，选择修剪模式，如图 2-27 所示。

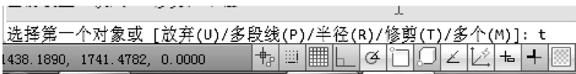



图 2-27　圆角设置中修剪模式的选择

选择圆角对象为线段Ⅳ和圆弧Ⅲ，完成圆角处理，如图 2-28 所示。

（6）补全整个扳手图形

单击【绘图】工具栏|【圆弧】按钮，重新补全绘制圆弧线段Ⅲ。圆心为点 9，起点为点 8，终点为点 7，最终完成了整个扳手图形的绘制，如图 2-29 所示。

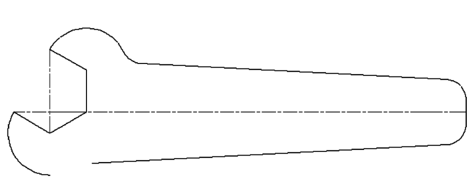


图 2-28　线段Ⅳ和圆弧Ⅲ的圆角处理

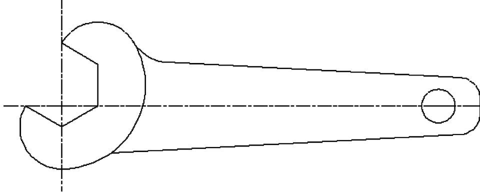


图 2-29　扳手零件图

# 第 3 章　绘图精确控制

为了精确指定绘图位置，实时显示绘图状态，提高绘图的速度和准确性，需要启用捕捉、栅格、极轴追踪和动态输入等功能，从而辅助设计者高效率绘图。

## 3.1　精确定位

通常使用栅格、捕捉和正交功能精确指定对象的某些特殊位置来辅助绘图。其中使用正交功能可使光标沿垂直或平行方向移动，使用栅格和捕捉功能可快速指定点位置。

### 3.1.1　正交模式

绘制水平直线和垂直直线时，可以将光标限制在水平或垂直方向上移动，便于精确创建和修改对象。设置正交模式开或关的方式如下：

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【绘图设置】命令。

2）状态栏：单击【正交】按钮。

3）快捷键：F8。

4）命令行：ORTHO。

- 三维视图中，“正交”模式额外限制光标只能上下移动。在这种情况下，工具提示会为该角度显示 +Z 或 -Z。
- 【正交】模式和【极轴追踪】不能同时打开。打开【正交】将关闭【极轴追踪】。

### 3.1.2　栅格工具

栅格是点或线的矩阵，遍布指定为栅格界限的整个区域。使用栅格类似于在图形下放置一张坐标纸。利用栅格可以对齐对象并直观显示对象之间的距离。使用栅格功能，可以通过设置栅格参数控制其间距、角度和对齐等，如图 3-1 所示。

用于在当前视口中显示并设置栅格图案的方法如下：

1）状态栏：单击【栅格】按钮。

2）快捷键：F7。

3）命令行：Grid。

命令窗口将显示以下提示：

*指定栅格间距（X）或［开（ON）/关（OFF）/捕捉（S）/主（M）/自适应（D）/界限（L）/跟随（F）/纵横向间距（A）］<10.0000>：//输入选项或回车取默认值*

- 栅格间距（X）：设定栅格间距的值。
- 捕捉（S）：将栅格间距设定为由 SNAP 命令指定的捕捉间距。

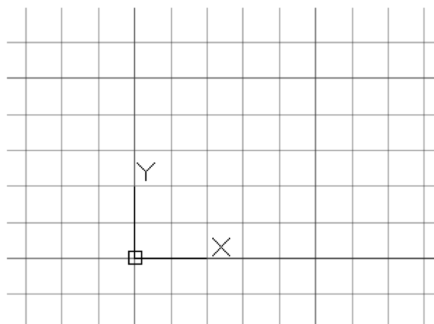



图 3-1　打开栅格

- 主栅格线（M）：指定主栅格线（如果栅格以线显示，则颜色较深的线称为主栅格线）相对于次栅格线的频率。
- 自适应（D）：控制放大或缩小时栅格线的密度。
- 界限（L）：显示超出 LIMITS 命令指定区域的栅格。
- 跟随（F）：跟随动态 UCS 的 XY 平面来改变平面。
- 纵横向间距（A）：沿 X 和 Y 方向更改栅格间距，可具有不同的值。

设置栅格模式的其他方式：

1）菜单栏：【工具】|【绘图设置】。

2）右击状态栏中的栅格状态按钮，弹出快捷菜单，从中选择【设置】选项。

3）命令行：DSETTINGS。

这时，会弹出【草图设置】对话框，选择【捕捉和栅格】选项卡，如图 3-2 所示，可以通过该对话框中复选框、文本框来实现栅格样式、栅格间距等的设置，在此不再赘述。




图 3-2　【草图设置】对话框

- 【栅格 X 轴间距】和【栅格 Y 轴间距】文本框用于设置栅格在水平与垂直方向的间距，若间距设置为 0，则 AutoCAD 会自动将捕捉栅格间距应用于栅格，其原点和角度总是和捕捉栅格的原点和角度相同。在【栅格 X 轴间距】文本框中输入数值时，AutoCAD 自动传送该值给【栅格 Y 轴间距】。

### 3.1.3　捕捉工具

捕捉模式用于限制十字光标，使其按照用户定义的间距移动。当【捕捉】模式打开时，光标似乎附着或捕捉到不可见的栅格。捕捉模式有助于使用箭头键或定点设备来精确地定位点。

【栅格】模式和【捕捉】模式各自独立，但经常同时打开。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【绘图设置】。

2）状态栏：单击【捕捉】按钮。
3）快捷键：F9。
4）命令行：SNAP。
命令窗口将显示以下提示：
*指定捕捉间距或［开（ON）/关（OFF）/纵横向间距（A）/样式（S）/类型（T）］<10.0000>：//输入选项或回车取默认值*
- 打开（ON）：打开捕捉模式。
- 关闭（OFF）：关闭捕捉模式。
- 纵横向间距（A）：沿 X 和 Y 方向更改捕捉间距，可具有不同的值。
- 样式（S）：设置捕捉栅格的样式，即设置矩形栅格或等轴测栅格。
- 类型（T）：设置捕捉类型是栅格还是极轴。

右击状态栏中的捕捉状态按钮，弹出快捷菜单，从中选择【设置】选项，弹出【草图设置】对话框，选择【捕捉和栅格】选项卡，可设置捕捉间距、捕捉类型以及极轴捕捉（PolarSnap）时指定极轴间距等操作。

## 3.2　动态输入

启用【动态输入】功能，会在光标附近显示标注输入和命令提示等信息，帮助用户专注于绘图区域，从而提高设计效率，该信息会随光标移动动态更新。

**1. 指针输入**

单击状态栏的【动态输入】按钮，系统默认指针输入功能处于启用状态。这时若有命令在执行，十字光标的位置将在光标附近的工具提示中显示为坐标，如图 3-3 所示，可以直接在工具提示中输入坐标值，而不用在命令行中输入。




图 3-3　指针输入

在输入字段中输入值并按【Tab】键后，该字段将显示一个锁定图标，并且光标会受用户输入值的约束。随后可以在第二个输入字段中输入值。如果用户输入值，然后按【Enter】键，则第二个输入字段将被忽略，且该值即为直接距离输入。在使用指针输入坐标点时，第二个点和后续点的默认设置为相对极坐标，若使用绝对极坐标，使用#前缀即可。

右击【动态输入】按钮，在打开的快捷菜单中选择【设置】选项，并勾选【启用指针输入】复选框，如图 3-4 所示。

在【指针输入】选项组中单击【设置】按钮，可在打开的【指针输入设置】对话框中设置指针的格式和可见性，如图 3-5 所示。

**2. 启用标注输入**

若启用【标注输入】功能，当命令提示输入第二点时，工具提示将显示距离和角度值，且在工具提示中的值随光标移动而改变，此时按住【Tab】键可以移动要更改的值。

要进行标注输入设置，在【标注输入】选项组中单击【设置】按钮，可在打开的【标注输入的设置】对话框中设置标注的可见性，如图 3-6 所示。

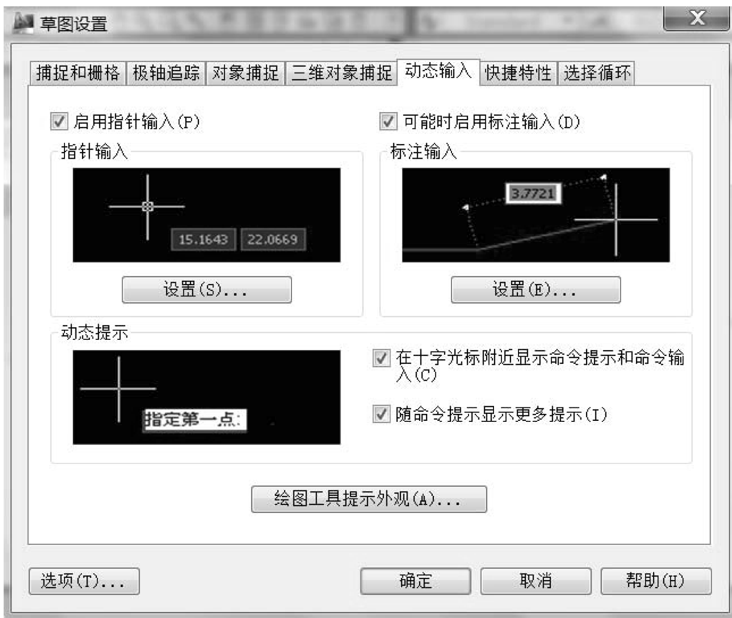



图 3-4　【动态输入】选项卡

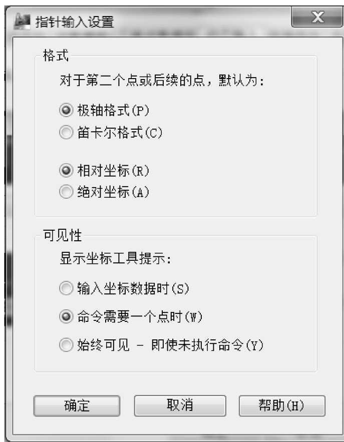



图 3-5　指针输入设置

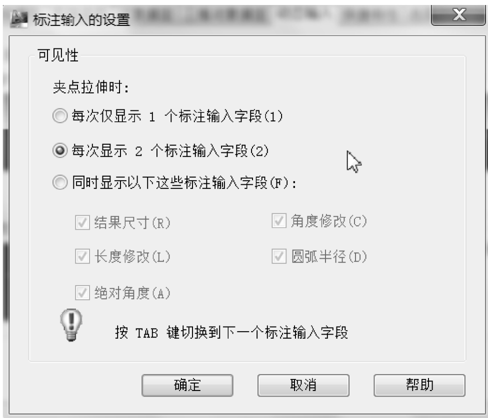



图 3-6　标注输入的设置

## 3.3　对象捕捉

绘制图形时，通常直接使用鼠标很难拾取一些特殊的点，例如圆心、切点、直线的端点或多段线的中点等。可以利用对象捕捉工具快速、准确地捕捉到这些点，从而达到准确绘图的效果。

### 3.3.1　对象捕捉方法

在提示输入点时，使用对象捕捉模式的方法如下：

1）工具栏：单击【对象捕捉】工具栏上的按钮来指定一个对象捕捉模式。如图 3-7 所示，然后根据提示进行操作。



图 3-7　【对象捕捉】工具栏

2）状态栏：在状态栏的【对象捕捉】按钮上单击鼠标右键，弹出图 3-8 所示的快捷菜单，根据提示操作即可。

3）快捷菜单：按住【Shift】键并单击鼠标右键，打开【对象捕捉】快捷菜单，如图 3-9 所示，指定一个对象捕捉模式，然后根据提示进行操作。




图 3-8　状态栏【对象捕捉】快捷菜单




图 3-9　对象捕捉快捷菜单

4）命令行：在命令提示下，输入对象捕捉的名称。例如，中点捕捉命令为“MID”，端点捕捉命令为“ENDP”，圆心为“CET”等，然后根据提示进行操作。

## 3.3.2　自动对象捕捉设置

最方便使用捕捉模式的方法是自动捕捉，即事先设置好一些捕捉模式，当光标移动到符合捕捉模式的对象时显示捕捉标记，可以自动捕捉无需输入命令或单击工具按钮。单击状态栏上的【对象捕捉】按钮□或按【F3】键，可以打开和关闭执行自动对象捕捉。

设置自动捕捉的方法如下：

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【绘图设置】命令。

2）状态栏：右键单击【对象捕捉】按钮□，单击【设置】按钮（设置(S)...）。

3）命令行：OSNAP。

弹出【草图设置】对话框，选择【对象捕捉】选项卡，如图 3-10 所示。

- 如果启用多个执行对象捕捉，则在一个指定的位置可能有多个对象捕捉符合条件。在指定点之前，按【Tab】键可为某个特定对象遍历所有可用的对象捕捉点。例如，如果在光标位于圆上的同时按【Tab】键，自动捕捉将显示用于捕捉象限点、交点和中心的选项。

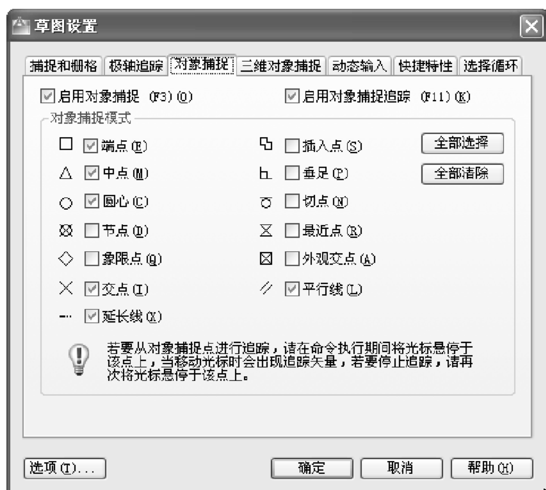



图 3-10　设置对象捕捉

## 3.4　自动追踪

使用 3.1.1 中的正交模式，可以把点限制在水平或垂直方向上。能否限制在任意角度，这就是自动追踪解决的问题。

利用自动追踪功能，可以沿指定方向（称为对齐路径），以精确的位置和角度创建对象。自动追踪包括两种追踪选项：【极轴追踪】和【对象捕捉追踪】。

### 3.4.1　极轴追踪

【极轴追踪】是指在创建或修改对象时，控制沿指定的极轴角或极轴角的倍数和极轴距离取点，并显示追踪的路径。

打开或关闭极轴追踪模式可以单击状态栏的【极轴追踪】状态按钮，快捷键为【F10】，右击按钮，在打开的快捷菜单中选择【设置】选项，即可在【草图设置】对话框中设置极轴追踪对应参数，如图 3-11 所示。




图 3-11　设置极轴追踪

- 当同时打开【极轴追踪】和【对象捕捉】功能，且【对象捕捉】可以捕捉交点时，绘图和编辑中可以捕捉极轴追踪路径上与其他对象的交点。

- 利用【草图设置】对话框【捕捉和栅格】选项板中的【Polarsnap（极轴捕捉）】功能，可以指定捕捉时沿极轴追踪路径上光标移动的距离增量。

### 3.4.2 对象捕捉追踪

【对象捕捉追踪】是从对象的捕捉点进行追踪，即沿着基于对象捕捉点的追踪路径进行追踪，必须配合【对象捕捉】功能一起使用。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【绘图设置】命令。

2）状态栏：打开【对象捕捉】按钮和【对象捕捉追踪】按钮。

3）快捷键：F11。

4）命令行：OSNAP。

弹出【草图设置】对话框的【对象捕捉】选项卡，选中【启用对象捕捉追踪】复选框，即完成了对象捕捉追踪设置。

## 3.5 典型实例

### 3.5.1 绘制公切线

本例主要应用【自动对象捕捉】、【对象捕捉追踪】等精确定位方法完成两圆内外公切线的绘制，如图 3-12 所示。

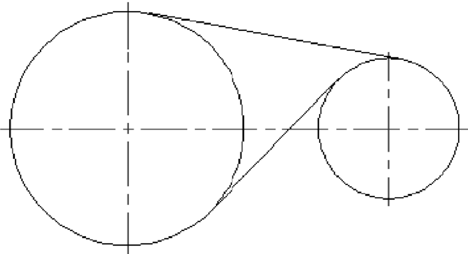


图 3-12 公切线

| | | |
|---|---|---|
| | 素材文件 | 配套光盘 \ 3 \ 素材 \ 3.5.1.DWG |
| | 完成模型 | 配套光盘 \ 3 \ 完成 \ 3.5.1.DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘 \ 3 \ 录屏 \ 3.5.1.AVI |

**1. 打开草图**

打开素材文件 3.5.1，如图 3-13 所示。

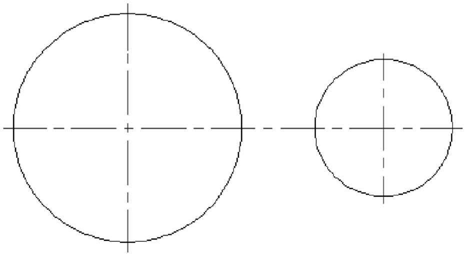


图 3-13 打开草图

**2. 对象捕捉设置**

1）选择【工具】菜单栏中的【绘图设置】命令或在命令行执行“OSNAP”命令或者右键单击状态栏中的对象【捕捉追踪】按钮或者【对象捕捉】按钮，选择【设置】命令，系统弹出【草图设置】对话框如图 3-14 所示。

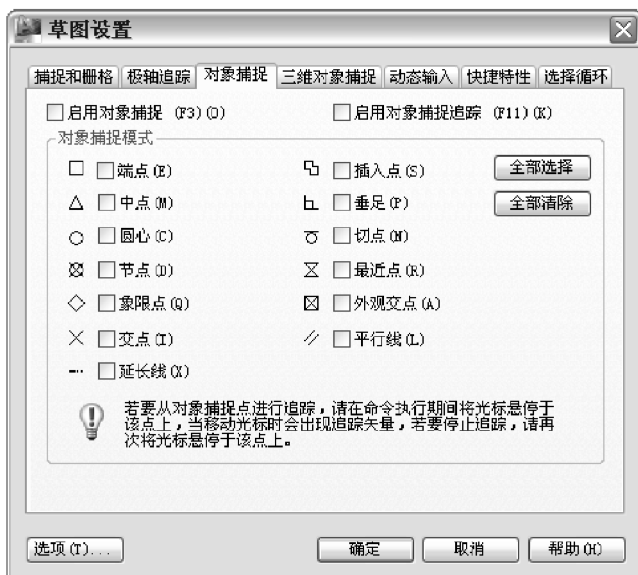



图 3-14　【草图设置】选项卡

2）下一步在【对象捕捉】选项卡中勾选【启用对象捕捉】与【启用对象捕捉追踪】复选框，并勾选【切点】复选框，结果如图 3-15 所示。

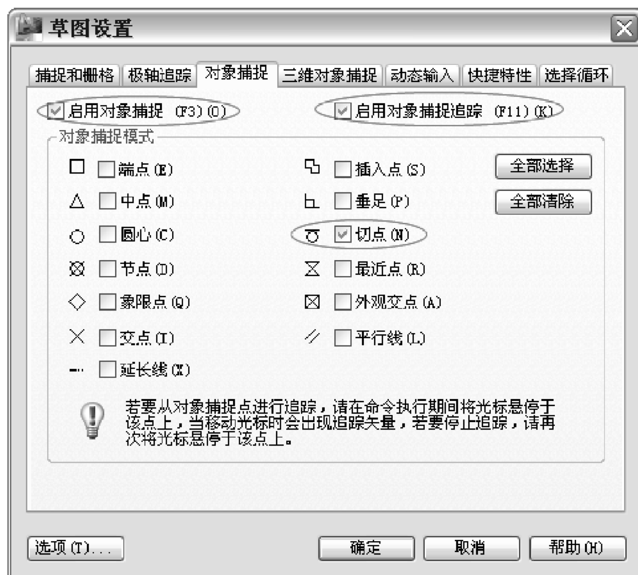



图 3-15　进行草图设置

3）下一步单击【确定】按钮，完成草图设置，返回绘制状态。

**3. 绘制公切线**

1）单击【绘图】工具栏中的【直线】按钮或在命令行执行“LINE”/简写形式“L”命令，绘制外公切线，选择第一点为左边圆上端右侧一点，下一点为右边圆上端一点，结果如图 3-16 所示。

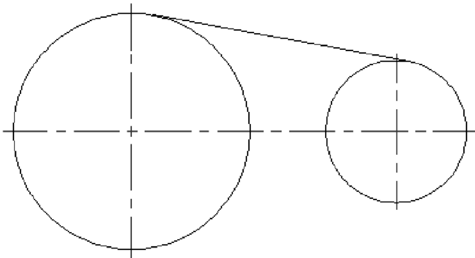


图 3-16　绘制外公切线

2）下一步按空格键/回车键或单击【绘图】工具栏中的【直线】按钮，同样操作继续绘制内公切线，第一点为左边圆下端右侧一点，下一点为右边圆上端左侧一点，即可完成内公切线的绘制。

### 3.5.2　绘制五角星

本例主要应用【自动对象捕捉】、【对象捕捉追踪】等精确定位方法以及剪切、阵列、填充等编辑命令（详见第 5 章）完成五角星的绘制，如图 3-17 所示。

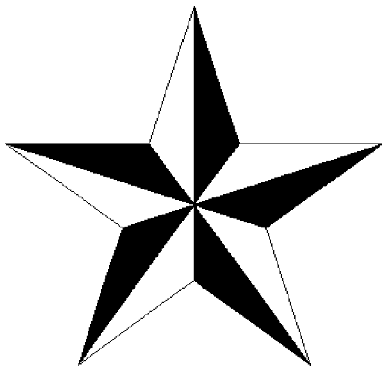


图 3-17　五角星

| | | |
|---|---|---|
| | 完成模型 | 配套光盘\3\完成\3.5.2.DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘\3\录屏\3.5.2.AVI |

**1. 设置图层**

将“粗实线”层设置为当前层。

**2. 绘制五边形**

单击【绘图】工具栏中的【矩形】按钮后的倒三角，在下拉列表框中选择多边形多边形，在命令行输入边数“5”，在图纸任意一点单击，出现如图 3-18 所示选项，选择

“内接于圆”，在命令行输入圆的半径“50”，如图 3-19 所示。

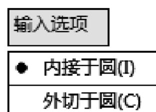



图 3-18　选项按钮

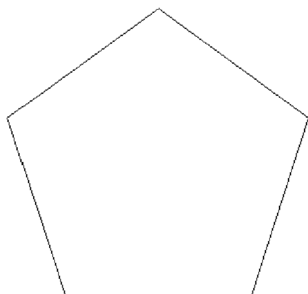


图 3-19　绘制的五边形

**3. 绘制五角星**

1）鼠标右键单击状态栏的【对象捕捉追踪】按钮，选中【端点】，即打开了端点捕捉和追踪功能。单击【绘图】工具栏中的【直线】按钮，将五边形相隔的两个端点两两相连，如图 3-20 所示。

2）选择五边形，将五边形删除。单击【修改】工具栏中的【修剪】按钮，选中五角星相邻的两条边，如图 3-21 所示，按回车键，再选择两条边中间的线段，按回车键，完成多余线段的修剪，同样方法修剪其余的线段，如图 3-22 所示。

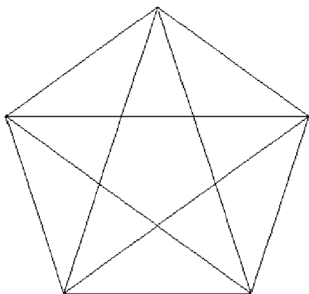


图 3-20　连接五边形的端点

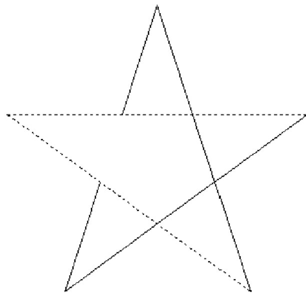


图 3-21　修剪多余线段

**4. 绘制五角星内的线条**

1）确定五角星的中心，画五角星的外接圆。单击【绘图】工具栏中的【圆】按钮，在命令行输入“3P”，选择三点确定圆，捕捉五角星的任意三个顶点并单击，绘制出五角星的外接圆，如图 3-23 所示。

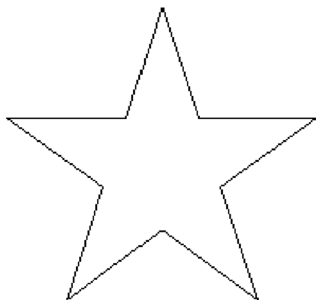


图 3-22　绘制的五角星

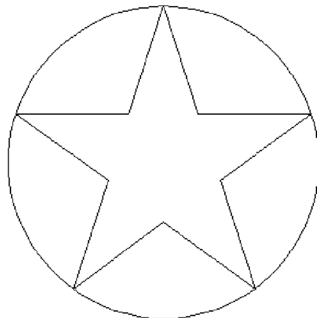


图 3-23　五角星的外接圆

2）外接圆的圆心即为五角星的中心。单击【绘图】工具栏中的【直线】按钮，捕捉五角星的外顶点和圆心，绘制出一条直线；捕捉五角星的内顶点和圆心，绘制另一条直线。如图 3-24 所示。

3）单击【修改】工具栏中的【阵列】按钮 阵列 后的倒三角，在下拉列表框中选择环形阵列 环形阵列，选择五角星内部的两条直线，按回车键，选定外接圆的圆心为阵列的中心点，在命令行输入项目数“5”，填充角度为“360”度，按回车键，阵列后的效果如图 3-25 所示。

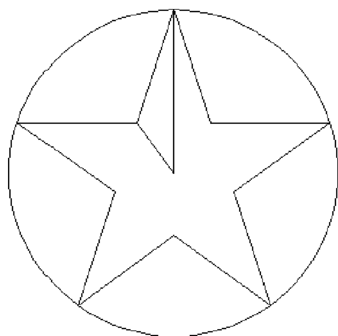


图 3-24　绘制的直线

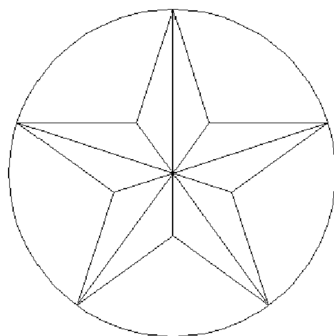


图 3-25　环形阵列

4）选择五角星的外接圆，将外接圆删除。

**5. 五角星内的图案填充**

1）单击【修改】工具栏中的【图案填充】按钮，屏幕上弹出如图 3-26 所示【图案填充与创建】工具栏，单击【拾取点】按钮，选中五角星内部的轮廓，如图 3-27 所示。



图 3-26　【图案填充与创建】工具栏

2）在图案中选择 SOLID 作为填充图案，按回车键，完成填充效果，五角星绘制成功，如图 3-28 所示。

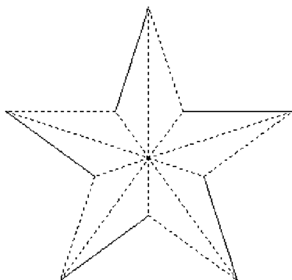


图 3-27　选择填充的轮廓线

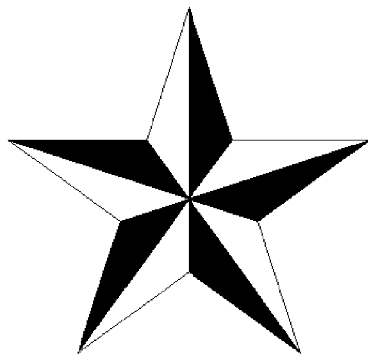


图 3-28　五角星绘制完成

# 第 4 章　图层管理与信息查询

图层是绘图时将图形中的对象进行按类分组管理的工具。通过分层管理，可以利用图层特性来区分不同的对象，便于图形的修改和使用。

## 4.1　图层概念与特性

图层相当于图纸绘图中使用的重叠图纸。通常在绘制图形之前，首先设置图层和管理当前图形，可以将一张图上具有相同线型、线宽和颜色的对象设置在同一图层上，按功能组织信息，极大地提高绘图速度和效率。

例如，可以将构造线、文字、标注和标题栏置于不同的图层上，然后可以控制：

- 图层上的对象在任何视口中是可见还是隐藏。
- 是否打印对象以及如何打印对象。
- 为图层上的所有对象指定何种颜色。
- 为图层上的所有对象指定何种默认线型和线宽。
- 是否可以修改图层上的对象。
- 对象是否在各个布局视口中显示不同的图层特性。

每个图形均包含一个名为 0 的图层，无法删除或重命名图层 0，该图层确保每个图形至少包括一个图层，并提供了与块中的控制颜色相关的特殊图层。

AutoCAD 中的图层具有以下特性：

- 每个图层都有名字。图层名最多可以包含 255 个字符：字母、数字、空格和几种特殊字符。图层名不能包含以下字符：< >/\ “:;? * | = ‘。
- 每幅图形建立的图层数量没有限制。
- 通常情况下，同一图层上的对象只能是一种线型、线宽和颜色。用户可以使用图层命令改变各图层的线型、线宽和颜色等。
- 用户只能在当前图层进行绘图，可以通过使用图层操作命令改变当前图层。
- 可以对图层状态进行操作，例如打开或关闭、冻结或解冻、锁定或解锁等，详见下节。

## 4.2　图层的设置

1）菜单栏：选择菜单栏中的【格式】|【图层】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【图层】工具栏中的【图层特性】按钮。

3）命令行：LAYER。

则屏幕弹出【图层特性管理器】窗口，左侧窗格为树状图，显示图层过滤器的层次结构列表。右侧窗格为图层列表，显示图形中图层的列表及其特性。如图 4-1 所示，通过该对

话框可以实现图层的设置与管理。

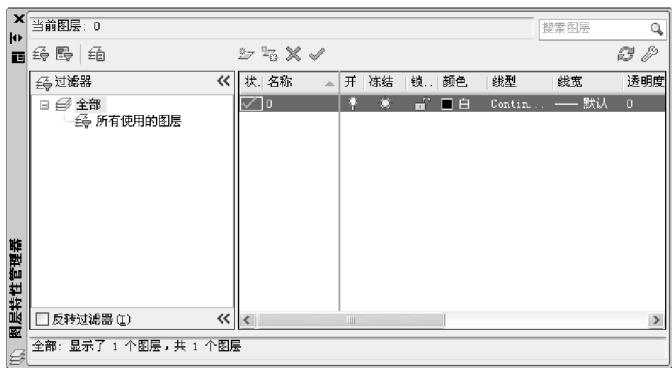



图 4-1 【图层特性管理器】对话框

### 4.2.1 新建和命名图层

通常在绘制新图形之前，可首先创建并命名图层，或在绘图期间根据需要随时增加图层。

在【图层特性管理器】对话框中单击【新建图层】按钮，创建新图层。列表将显示名为 LAYER1 的图层。该名称处于选定状态，可以立即输入新图层名。默认情况下，新图层将继承图层列表中当前选定图层的特性（颜色、开或关状态等）。

### 4.2.2 线型设置

线型是由虚线、点和空格组成的重复图案，显示为直线或曲线。可以通过图层将线型指定给对象，也可以不依赖图层而为对象明确指定线型。

除选择线型外，还可以将线型比例设定为控制虚线和空格的大小，也可以创建自己的自定义线型。

**1. 在【图层特性管理器】对话框中设置线型**

在【图层特性管理器】对话框中单击【线型】列标题下的线型名称，弹出【选择线型】对话框，如图 4-2 所示。




图 4-2 【选择线型】

单击【加载】按钮，打开【加载或重载线型】对话框，如图 4-3 所示。在对话框中，显示当前线型库中的线型，用户可从这些线型中进行选择并加载。直接单击所需线型，被选中的线型高亮显示，单击【确定】按钮即可。




图 4-3 【加载或重载线型】对话框

**2. 直接设置线型**

可以采用以下方法直接加载线型和设置当前线型。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【格式】|【线型】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【特性】工具栏中的【线型】按钮。

3）命令行：LINETYPE。

弹出【线型管理器】对话框，如图 4-4 所示。

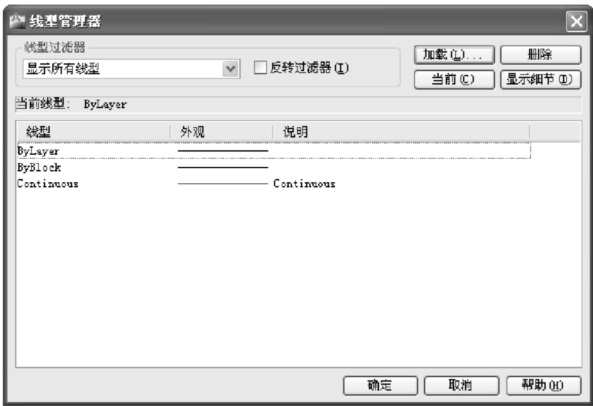



图 4-4 【线型管理器】

单击【加载】按钮加载(L)...，弹出【加载或重载线型】对话框，如图 4-5 所示。

选择某线型，例如点画线（Center）线型，单击【确定】按钮，弹出【线型管理器】对话框，如图 4-6 所示。

选择该（Center）线型，单击【确定】按钮。窗选图形对象，在【特性】工具栏中单击【线型】的下拉菜单，选择点画线（Center），完成线型的设置。




图 4-5　加载或重载线型




图 4-6　【线型管理器】

## 4.2.3　线宽设置

线宽是指在图层上绘图时所使用线型的宽度。使用线宽，可以用粗线和细线清楚地表现出截面的剖切方式、标高的深度、尺寸线和刻度线，以及细节上的不同。用户要对线型进行线宽设置，否则，在所有新建立的图层上，系统均默认线宽 0.25mm。除非选择了状态栏上的“显示/隐藏线宽”按钮，否则将不显示线宽。

**1. 在【图层特性管理器】对话框中设置线宽**

在【图层特性管理器】对话框中单击【线宽】列标题下的“默认”，弹出【线宽】对话框，如图 4-7 所示。




图 4-7　【线宽】对话框

**2. 直接设置线宽**

可以采用以下方法直接设置当前线宽、线宽显示选项和线宽单位。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【格式】|【线宽】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【特性】工具栏中的【线宽】按钮≡。

3）命令行：LWEIGHT。

弹出【线宽设置】对话框，如图 4-8 所示。




图 4-8　【线宽设置】

- 调整显示比例：控制【模型】选项卡上线宽的显示比例，用以显示线宽的像素宽度与打印所用的实际单位数值比例关系。在【模型】选项卡上，线宽以像素为单位显示。

## 4.2.4　颜色设置

颜色可以帮助用户直观地对对象进行编组。可以随图层将颜色指定给对象，则用户能够轻松识别图形中的每个图层。也可以单独为对象设置颜色，使同一图层的对象之间产生差别。设置颜色为绘制和查看图形带来极大的方便。

**1. 在【图层特性管理器】对话框中设置颜色**

在【图层特性管理器】对话框中单击【颜色】列标题下的 ■ 白，弹出【选择颜色】对话框。

**2. 直接设置颜色**

1）菜单栏：选择菜单栏中的【格式】|【颜色】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【特性】工具栏中的【颜色】按钮 ByLayer。

3）命令行：COLOR。

弹出【选择颜色】对话框，如图 4-9 所示。




图 4-9　【选择颜色】对话框

- ByLayer：颜色随层方式，即所绘对象的颜色总是与所在图层的颜色一致，这是最常用的方式。
- ByBlock：颜色随块方式，即指定新对象的颜色为默认颜色（白色或黑

色，取决于背景色)，直到将对象编组到块并插入块。当把块插入图形时，块中的对象继承当前层的颜色设置。

## 4.3 图层特性管理

图层主宰着图形各个部分的特性，通过对图层的特性管理，可以高效绘制或编辑图形。常用的管理图层特性的方法包括过滤、打开、冻结、锁定和打印图层，即可以使用图层控制对象的可见性，可以锁定图层以防止意外选择和修改该图层上的对象，也可以通过控制对象的显示或打印方式，降低图形的视觉复杂程度，并提高显示性能。

### 4.3.1 打开和关闭图层

绘制复杂图形时，过多线条会干扰设计者的工作，这就需要将指定图层暂时关闭，便于绘制图形，提高绘图速度。在完成绘制后，将隐藏图层打开，全部设置为可见。因此，可以通过改变图形图层的开/关来改变和控制图层的显示。

在【图层特性管理器】对话框的图层列表窗口中选择一个图层，如图 4-10 所示。




图 4-10 【图层特性管理器】

单击【开】列对应的灯泡按钮，“灯泡”为亮显时，图层为打开状态，这时图层为可见并可以打印；当“灯泡”熄灭时，图层为关闭状态，这时选定图层设定为不可见并禁止打印。

### 4.3.2 冻结和解冻图层

大型图形中，冻结不需要的图层将加快显示和重生成的操作速度。解冻一个或多个图层，会导致重新生成图形。冻结和解冻图层比打开和关闭图层需要更多的时间。

在【图层特性管理器】对话框的图层列表窗口中选择一个图层，如图 4-11 所示。

在“列表视图”的【冻结】列中，图层默认设置为解冻状态，显示为；单击，图标显示为时，图层为冻结状态，此时冻结图层上的对象不可见，并且不会遮盖其他对象。也可单击【冻结】按钮后，在绘图区选取要冻结的图层对象，即可将该对象所在图层冻结。

当前图层无法冻结。若对当前图层进行冻结，会弹出【图层 - 无法冻结】提示窗，如




图 4-11　【图层特性管理器】

图 4-12 所示。

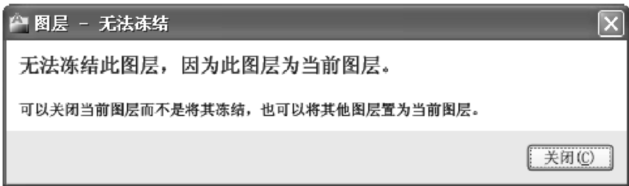



图 4-12　【图层－无法冻结】

## 4.3.3　锁定和解锁图层

锁定图层，可以降低意外修改对象的可能性。锁定的图层对象将以灰色显示，可作为绘图参考，并且可进行对象捕捉和查询命令，但不能进行编辑。

在【图层特性管理器】对话框的图层列表窗口中选择一个图层，如图 4-13 所示。

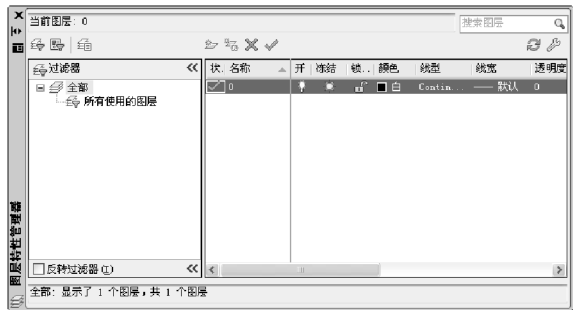



图 4-13　【图层特性管理器】

在列表视图中，【锁定】列即为图层锁定，当列表下显示时，图层为未锁定状态；当列表下显示时，图层为锁定状态。

## 4.3.4　图层排序

对图层进行排序是指通过【图层特性管理器】对话框中列出的图层名，按图层名或图层特性（例如状态、颜色、线型、线宽以及可见性等）对其进行重新排序操作，通常按字母的升序或降序排列。

在【图层特性管理器】对话框中，单击列标题就会按该列中的特性排列图层，而且多次单击同一个列标题可以转换此种特性排序的顺序。

## 4.3.5　图层过滤

图层过滤是指利用图层过滤器，包括新特性过滤器和新组过滤器两种类型，可以过滤当前图形中暂时不用或多余的图层，仅显示要处理的图层。这样在方便管理图层的同时，大大提高了图层的使用效率。

【图层特性管理器】中的树状图显示了默认的图层过滤器，以及在当前图形中创建并保存的所有命名过滤器。图层过滤器旁边的图标指示过滤器的类型，显示五种默认过滤器：

- 全部。显示当前图形中的所有图层。
- 所有使用的图层。显示在当前图形中绘制的对象上的所有图层。
- 外部参照。如果图形附着了外部参照，将显示从其他图形参照的所有图层。
- 视口替代。如果存在具有当前视口替代的图层，将显示包含特性替代的所有图层。
- 未协调的新图层。如果自上次打开、保存、重载或打印图形后添加了新图层，将显示未协调的新图层的列表。

**1. 新特性过滤器**

新特性过滤器，即为通过图层特性过滤图层。例如，可以定义一个过滤器，其中包括颜色为红色，并且名称中包含字母 mech 的所有图层。

在【图层特性管理器】对话框中，单击【新建特性过滤器】按钮，弹出【图层过滤器特性】对话框，如图 4-14 所示。

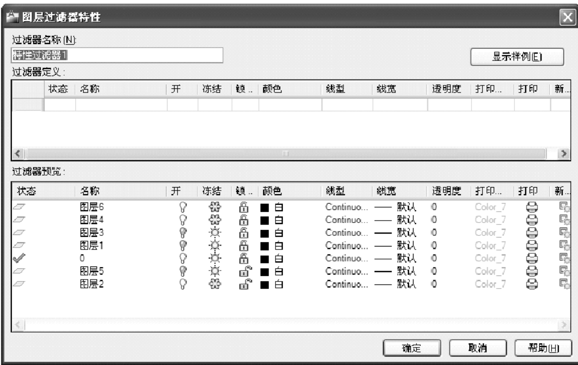



图 4-14　【图层过滤器特性】对话框

可以设置过滤器名称，在【过滤器定义】列表框中，选择一个或多个特性。当选择的特性符合【过滤器预览】选项组的某一个图层时，该图层被选取过滤，而过滤掉所有不符合特性的图层。

**2. 新组过滤器**

新组过滤器，就是使用新建组过滤图层，对所有图层进行分组，并分别放置于不同的组过滤器中。当树状图窗口中选中相应的组过滤器后，则在右侧图形列表窗口中显示出放置在该过滤器中的图层。

在【图层特性管理器】对话框中，单击【新建组过滤器】按钮，系统将在左侧树状图中添加【组过滤器 1】列表项，可对其进行命名。然后选择【所有使用的图层】或其他过滤器，在右侧图层列表中显示对应图层，将需要分组过滤的图层拖动到创建的【组过滤器 1】选项组，以对右侧窗格中图层列表中的图层进行分组，达到过滤图层的目的。

### 4.3.6　图层状态管理

可以将图层设置另存为命名图层状态，然后可以恢复、编辑这些图层设置。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【格式】|【图层状态管理器】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【图层】工具栏中的【管理图层状态】按钮 管理图层状态...。

3）命令行：LAYERSTATE。

4）在【图层特性管理器】对话框中，单击【图层状态管理器】按钮。

弹出【图层状态管理器】对话框，如图 4-15 所示，从中可以将图层的当前特性设置保存到一个命名图层状态中，以后可以再恢复这些设置。




图 4-15　【图层状态管理器】

### 4.3.7　输入和输出图层状态

为实现图层资源共享，可将其他图形文件（DWG、DWS 和 DWT）中的图层状态调入辅助绘制图形，也可将当前图层状态输出为 LAS 文件，并从图层状态（LAS）文件中输入图层状态。

从图形文件输入图层状态时，如果图层状态包含在当前图形中无法加载或不可用的图层特性（例如线型或打印样式），则该特性将自动从源图形中输入。也可以从【选择图层状态】对话框中选择要输入的多个图层状态。

从 LAS 文件或其他图形中输入与当前图形中的图层状态相同的图层状态时，可以选择覆盖现有图层状态或不将其输入。

在【图层状态管理器】对话框中，包括了输入和输出图层状态的按钮。

- 输入：单击该按钮，显示标准文件选择对话框，从中可以将之前输出的图层状态（LAS）文件加载到当前图形或选择可输入文件（DWG、DWS 或 DWT），并在【选择图层状态】对话框中选择要输入的图层状态，单击【确定】按钮，即可添加图层状态。
- 输出：显示标准文件选择对话框，从中可以将选定的命名图层状态保存到图层状态（LAS）文件中。

在【图层特性管理器】对话框中，单击【设置】按钮，弹出【图层设置】对话框，如图 4-16 所示，从中可以设置新图层通知、是否将图层过滤器更改应用于“图层”工具栏以及更改图层特性替代的背景色。

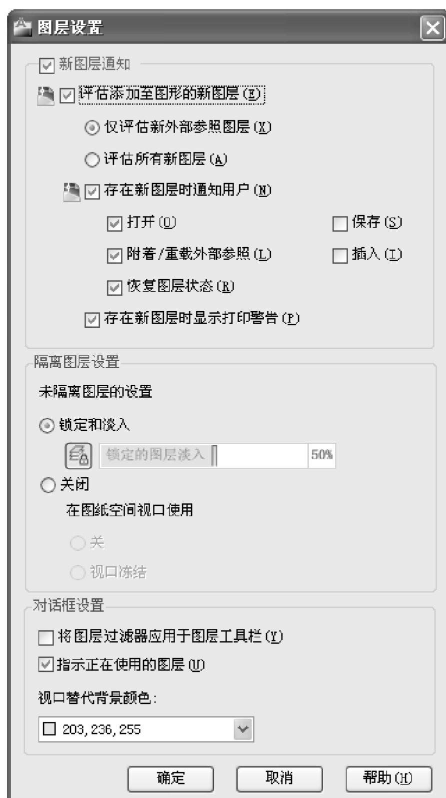



图 4-16 【图层设置】

## 4.4 查询与计算

在绘图中，对象间经常互相参照。有时，需要知道对象的一些性质，例如一条直线的长度和方向等，可以通过“查询”命令得到信息。

1）工具栏：常见的查询命令可见【查询】工具栏，如图 4-17 所示。



图 4-17 【查询】工具栏

2）菜单栏：【工具】菜单栏 |【查询】中找到这些命令，如图 4-18 所示。

### 4.4.1　提取对象的几何图形信息

**1. 查询选定对象或点序列的距离、半径、角度、面积和体积等**

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【查询】|【距离】命令。

2）工具栏：【查询】工具栏中单击【距离】按钮。

3）功能区：【常用】选项卡 |【实用工具】面板 |【测量】下拉列表 |【距离】。

4）命令行：MEASUREGEOM。




图 4-18　【查询】菜单

命令窗口将显示以下提示：

*输入选项[距离(D)/半径(R)/角度(A)/面积(AR)/体积(V)]<距离>：*

这时，可以输入相应选项，用于查询距离、半径、角度、面积或体积等信息，当前信息的单位格式显示在命令提示下和工具提示中。

- 距离（D）：测量指定点之间的距离。
- 半径（R）：测量指定圆弧或圆的半径和直径。
- 角度（G）：测量指定圆弧、圆、直线或顶点的角度。
- 面积（A）：测量对象或定义区域的面积和周长。
- 体积（V）：测量对象或定义区域的体积。

**2. 查询面域/质量特性**

计算面域或三维实体的质量特性，包括面域的面积、周长、边界、形心，实体的惯性矩、旋转半径等。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【查询】|【面域/质量特性】命令。

2）工具栏：【查询】工具栏上单击【面域/质量特性】按钮。

3）命令行：MASSPROP。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　//使用对象选择方法，选择要查询的对象*

**3. 列表显示**

显示选定对象的特性，然后将其复制到文本文件中。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【查询】|【列表】命令。

2）工具栏：【查询】工具栏上单击【列表】按钮。

3）功能区：【常用】选项卡 |【特性】面板 |【列表】。

4）命令行：LIST

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　//使用对象选择方法，选择要查询的对象*

则 AutoCAD 自动打开文本窗口，显示被查询对象的数据库信息，包括对象类型、对象图层、相对于当前用户坐标系（UCS）的 X、Y、Z 位置以及对象是位于模型空间还是布局

空间。

列表显示还报告以下信息：

- 颜色、线型、线宽和透明度信息（如果这些特性未设定为“BYLAYER”）。
- 对象的厚度（如果不为零）。
- 标高（Z 坐标信息）。
- 拉伸方向（UCS 坐标）（如果该拉伸方向与当前 UCS 的 Z 轴（0，0，1）方向不同）。

与特定对象类型相关的其他信息。例如，对于标注约束对象，LIST 将列出约束类型（注释约束或动态约束）、参照类型（是或否）、名称、表达式以及值。

**4. 定位点**

显示指定点的 UCS 坐标 X、Y 和 Z 值，并将指定点的坐标存储为最后一点。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【查询】|【点坐标】命令。

2）工具栏：【查询】工具栏|【点坐标】按钮。

3）功能区：【常用】选项卡|【实用工具】面板|【点坐标】。

4）命令行：ID。

命令窗口将显示以下提示：

*指定点：　　//使用定点设备指定一个点*

则命令提示下将显示该位置的 UCS 坐标值。

### 4.4.2 计算器

绘图过程中，可能需要进行一些数学计算，AutoCAD 提供了计算器函数。用户可以使用附带“快速计算器”的计算器界面进行数值计算、几何计算、单位换算等或利用命令提示计算器，在命令行提示下透明地使用“CAL”命令。

**1. 命令提示计算器**

利用命令提示计算器，在命令处于活动状态时输入“CAL”命令，然后在命令行提示下输入表达式，可以快速解决数学问题或定位图形中的点。

“CAL”命令运行三维计算器实用工具，以计算矢量表达式（点、矢量和数值的组合）以及实数和整数表达式。计算器执行标准数学功能。计算器还包含一组特殊的函数，用于计算点、矢量和 AutoCAD 几何图形。

无论何时，都可以在命令行中使用“CAL”命令计算点或数值。

命令行：CAL

命令窗口将显示以下提示：

*> > 表达式：　　//输入表达式*

**2. 快速计算器**

如果在绘图过程中需要进行比较复杂的数学计算时，直接用命令提示计算器比较复杂。这时，可以调用 AutoCAD 附带的快速计算器来进行。

快速计算器包括与大多数标准数学计算器类似的基本功能，还具有特别适用于 AutoCAD 的功能，例如几何函数、转换测量单位和创建使用变量等。

与大多数计算器不同的是，“快速计算器”是一个表达式生成器。为了获取更大的灵活性，它不会在用户单击某个函数时立即计算出答案。相反，它让用户输入一个可以轻松编辑的表达式，完成后，用户可以单击等号【=】或按【Enter】键。稍后，用户可以从“历史记录”区域中检索出该表达式，对其进行修改并重新计算结果。

使用快速计算器可以：

- 执行数学计算和三角函数计算。
- 访问和查看以前输入的计算值，进行重新计算。
- 从特性选项板访问计算器来修改对象特性。
- 转换测量单位。
- 执行与特定对象相关的几何计算。
- 向（从）特性选项板和命令提示复制和粘贴值及表达式。
- 计算混合数字（分数）、英寸和英尺。
- 定义、存储和使用计算器变量。
- 使用“CAL”命令中的几何函数。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【选项板】|【快速计算器】命令。

2）工具栏：在【标准】工具栏中选择【快速计算器】按钮。

3）快捷方式：在图形编辑区域（无活动命令）中，单击鼠标右键，然后从弹出的快捷菜单中单击【快速计算器】。

4）命令行：QUICKCALC。

弹出【快速计算器】窗口，如图 4-19 所示。




图 4-19　【快速计算器】

快速计算器界面上的【更多】/【更少】按钮，用于隐藏或显示所有快速计算器函数区域。单击鼠标右键选择要隐藏或显示的各个函数区域。

- 数字键区：提供可供用户输入算术表达式的数字和符号的标准计算器键盘。
- 科学区域：计算通常与科学和工程应用相关的三角函数、对数、指数和其他表达式。
- 单位转换区域：将测量单位从一种单位类型转换为另一种单位类型。单位转换区域只接受不带单位的小数值。

**3. 典型实例**

本例使用“CAL”命令作为构造工具绘制图形。

| | | |
|---|---|---|
| | 素材文件 | 配套光盘\4\素材\4.4.2.3.DWG |
| | 完成模型 | 配套光盘\4\完成\4.4.2.3.DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘\4\录屏\4.4.2.3.AVI |

（1）打开素材文件

打开配套光盘“4. 4. 2. 3. DWG”图形文件，如图 4-20 所示。

（2）绘制圆

首先定位新圆的圆心（圆心为大圆圆心和槽口线的中点），然后计算现有圆半径的五分之一，将其作为新圆的半径。

1）命令：CIRCLE。

指定圆的圆心或［三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径（T)］：'CAL。

>> 表达式：(MID + CEN)/2。

>> 选择 MID 捕捉的图元：选择槽口线。

>> 选择 CEN 捕捉的图元：选择大圆。

2）直径（D)/ <半径>：'CAL。

>> 表达式：1/5 * RAD。

>> 为函数 RAD 选择圆、圆弧或多段线线段：选择大圆

（3）绘制完成

效果如图 4-21 所示。

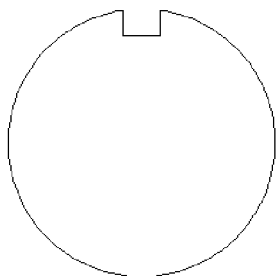


图 4-20　素材图形

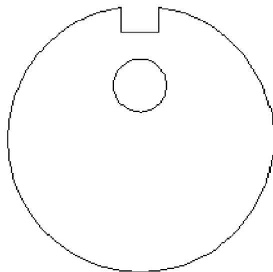


图 4-21　绘制效果

# 第 5 章　编辑平面图形

利用各类基本绘图工具绘制图形时，还需要对已绘制的图形对象进行修改编辑，例如修改对象的大小、形状和位置等，这就需要用到编辑命令。本章详解平面图形的各种编辑方法。

## 5.1　选择对象

对图形进行编辑修改操作时，首先需要选择出用以编辑修改的图形对象。本节将对对象的各类选择方法进行详细介绍。

可以先输入编辑命令，这时在命令行和光标处会提示：“选择对象”，选择要修改的对象，则被选择的对象变为虚线而且高亮显示。然后回车确定并结束选择，进行后面相应的修改操作。

也可以先选择对象，然后输入编辑命令，这时会跳过“选择对象”，直接对事先选择的对象进行相应的编辑操作。这种情况下，被选择的对象变成虚线且高亮显示并出现蓝色的夹点。

命令行输入：SELECT。

在“选择对象”命令提示下输入“?”，提示列表将显示可供选择的方法，有直接点取或者输入选项“窗口（W）/上一个（L）/窗交（C）/框选（BOX）/全部（ALL）/栏选（F）/圈围（WP）/圈交（CP）/编组（G）/添加（A）/删除（R）/多个（M）/上一个（P）/放弃（U）/自动（AU）/单选（SI）/子对象（SU）/对象（O）”。

在命令输入时，可以直接输入各选项中的英文大写字母。这些选项提供了不同的选择对象，方法如下：

- 窗口（W）：选择矩形（由两点定义）中的所有对象。从左到右指定角点创建窗口选择（从右到左指定角点则创建窗交选择）。
- 上一个（L）：选择最近一次创建的可见对象。对象必须在当前空间（模型空间或图纸空间）中，并且一定不要将对象的图层设定为冻结或关闭状态。
- 窗交（C）：选择区域（由两点确定）内部或与之相交的所有对象。窗交显示的方框为虚线或高亮度方框，与窗口选择框不同。
- 框选（BOX）：选择矩形（由两点确定）内部或与之相交的所有对象。如果矩形的点是从右至左指定的，则框选与窗交等效。否则，框选与窗选等效。
- 全部（ALL）：选择模型空间或当前布局中除冻结图层或锁定图层上的对象之外的所有对象。
- 栏选（F）：选择与选择栏相交的所有对象。栏选方法与圈交方法相似，只是栏选不闭合，并且栏选可以自交。
- 圈围（WP）：选择多边形（通过待选对象周围的点定义）中的所有对象。该多边形可以为任意形状，但不能与自身相交或相切。该多边形在任何时候都是闭合的。

- 圈交（CP）：选择多边形（通过在待选对象周围指定点来定义）内部或与之相交的所有对象。该多边形可以为任意形状，在任何时候都是闭合的。
- 编组（G）：选择指定组中的全部对象。

### 5.1.1 单个点选对象

单个点选对象是最常用也是最简单的选择方法。

可以将鼠标的矩形拾取框光标放在要选择对象的位置上，该对象将高亮显示，单击鼠标，对象被选择。一次选择一个对象，直到要选择的对象全部变成虚线且高亮显示为止。可以在“选项”对话框“选择”选项卡中控制拾取框的大小。

如果点选时不小心选错对象，可以按住【Shift】键并再次选择对象，将其从当前选择集中删除。在彼此接近或重叠的对象中选择出要修改的对象，可以在“选择对象”命令提示下，将光标置于要选择的对象之上，然后按住【Shift】键并连续按空格键，可以在这些对象之间循环高亮显示，直到所需对象亮显后，松开【Shift】键，单击鼠标左键，选中对象。

### 5.1.2 指定矩形窗口区域

当需要选择一个区域内的多个对象时，可以采用这种方法。在命令行“选择对象”提示下输入“W”（窗口），可以用鼠标指定对角点来定义矩形区域。从第一点向对角点拖动光标的方向将拖出一个矩形窗口，所有包含在该矩形窗口内的对象将被同时选择。

若在命令行“选择对象”提示下输入“C”（窗交），可以用鼠标拖出矩形窗口，所有包含在矩形窗口内以及与窗口接触的对象将被同时选择。也可在逐个点取的情况下，在屏幕上用鼠标拖出窗口，实现窗选的命令。若矩形窗口是从左向右拖出，则实现窗口选择功能；若窗口从右向左拖出，则实现窗交选择的功能。

### 5.1.3 指定不规则窗口区域

如果图形特别复杂时，可以在命令行“选择对象”提示下输入“WP”（圈围），可以用鼠标点击若干点，定义不规则形状区域。所有包含在该区域内的对象将同时被选择。

若在命令行“选择对象”提示下输入“CP”（圈交），与窗交相似，所有包含在不规则形状区域内以及与区域接触的对象将被同时选择。

### 5.1.4 指定选择栏

若在命令行“选择对象”提示下输入“F”（栏选），可以用鼠标绘制多段直线，所有与其相交的对象均被选择。

### 5.1.5 全选

若在命令行“选择对象”提示下输入“ALL”（全选），可以选择非冻结图层上的所有对象。

### 5.1.6 从多个对象中删除选择

若在命令行“选择对象”提示下输入“R”（删除），可以将对象从选择集中删除。如

果使用“删除”选项并想重新为选择集添加对象时，在命令行“选择对象”提示下请输入“A”（添加）。

### 5.1.7　快速选择

快速选择可以根据对象的图层、线型、颜色和图案填充等特性或类型来创建选择集，从而可以准确、快速地从复杂图形中选择满足某种特性要求的图形对象。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【快速选择】命令。

2）工具栏：单击【实用工具】工具栏中的【快速选择】按钮。

3）快捷菜单：终止所有活动命令，在绘图区域中单击鼠标右键，然后选择【快速选择】。

4）命令行：QSELECT。

这时，打开【快速选择】对话框，如图 5-1 所示。




图 5-1　【快速选择】对话框

### 5.1.8　防止对象被选中

通常可以通过锁定图层来防止指定图层上的对象被选中和编辑修改，锁定图层后仍然可以进行其他操作。

锁定或解锁选定对象所在图层。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【格式】|【图层】命令。

2）工具栏：单击【图层】工具栏下拉菜单中的【锁定】按钮或【解除】按钮。

3）命令行：LAYLCK。

## 5.2　删除及恢复

这类命令主要用于删除图形的某部分或对已被删除的部分进行恢复，包括删除、恢复、重做或清除等命令。

### 5.2.1　删除

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【删除】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【删除】按钮。

3）命令行：ERASE。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　　　//选择要删除的对象*

*选择对象：　　　　//继续选择要删除的对象或者按【Enter】键删除选定的对象*

- “ERASE”命令可以从图形中删除选定的对象。此方法不会将对象移动到剪贴板。也

可以不选择要删除的对象，而是输入一个选项，例如，输入 L，删除绘制的上一个对象，输入 P，删除前一个选择集，或者输入 ALL 删除所有对象。还可以输入？以获得所有选项的列表。

- 使用剪切命令“CUT”，则选择的对象剪切到剪贴板，以后可以粘贴用。
- 选择要删除的对象后，按键盘上的【DELETE】键。
- 可用清理“PURGE”命令删除不使用的命名对象，包括定义、标注样式、图层、线型和文字样式。

### 5.2.2　恢复

**1. “OOPS”命令**

可恢复由上一个“ERASE”命令删除的对象。也可以恢复由创建块 BLOCK 或 WBLOCK 命令删除的对象，可以在执行删除操作后又进行了许多步其他操作时用该命令恢复被删除对象。但不能使用“OOPS”恢复通过“PURGE”命令删除的图层上的对象。

**2. “UNDO”命令**

“UNDO”命令可以恢复意外删除的对象，即放弃前面的删除操作，几乎所有的操作都可以用“UNDO”命令来恢复。

## 5.3　复制对象

复制对象即通过复制粘贴、镜像、偏移或阵列等命令，从已有的图形生成新的图形的一些命令。这些命令可以大幅度地减少繁琐操作，提高绘图速度。

### 5.3.1　复制图形

复制工具主要用于具有两个或两个以上重复性图形，且各重复图形的相对位置不存在一定规律性图形的绘制。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【复制】命令。

2）工具栏：单击【修改】工具栏中的【复制】按钮。

3）命令行：COPY。

命令窗口将显示以下提示：

| | |
|---|---|
| *选择对象：找到 1 个* | *//选择要复制的对象* |
| *选择对象：* | *//继续选择要复制的对象，或回车确定所选的对象* |
| *当前设置：复制模式 = 多个* | *//系统当前的复制模式* |
| *指定基点或[位移(D)/模式(O)] <位移>：* | *//输入坐标或取点以指定复制基点* |
| *指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>：* | *//指定新位置点(鼠标点取或输入新位置点相对于移动基点之间的相对坐标值来确定目标点)* |
| *指定第二个点或[退出(E)/放弃(U)] <退出>：* | *//指定下一点或回车，选择【退出】* |

- 位移（D）：使用指定的两点定义一个矢量，指定复制对象间的相对距离和方向。
- 模式：指一次复制单个副本，还是多个副本。AutoCAD 默认模式是复制多个。

## 5.3.2　镜像图形

镜像图形，即绕指定轴翻转对象以创建对称的镜像图像。该命令常用于绘制结构规则，且具有对称性的图形，例如轴、轴承座等零件。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【镜像】命令。

2）工具栏：单击【修改】工具栏中的【镜像】按钮。

3）命令行：MIRROR。

命令窗口将显示以下提示：

| | |
|---|---|
| *选择对象：* | *//选择要镜像的图形* |
| *指定镜像线的第一点：* | *//捕捉第一镜像点* |
| *指定镜像线的第二点：* | *//捕捉第二镜像点* |
| *要删除源对象吗？[是(Y)/否(N)] <N>：↙* | *//按【Enter】键不删除原对象并退出命令* |

- 指定的两个点将成为镜像中心线的两个端点，选定对象相对于这条直线被镜像。对于三维空间中的镜像，这条直线定义了与用户坐标系（UCS）的 XY 平面垂直并包含镜像线的镜像平面。

## 5.3.3　偏移图形

偏移图形，可以创建形状与选定对象的形状平行的新图形对象。可以偏移的对象包括：直线、圆弧、圆、椭圆和椭圆弧（形成椭圆形样条曲线）、二维多段线、构造线（参照线）、射线、样条曲线。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【偏移】命令。

2）工具栏：单击【修改】工具栏中的【偏移】按钮。

3）命令行：OFFSET。

命令窗口将显示以下提示：

| | |
|---|---|
| *当前设置：删除源 = 否　图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0* | *//显示系统当前设置* |
| *指定偏移距离或[通过(T)/删除(E)/图层(L)] <通过>：* | *//指定偏移后新对象与原对象之间的偏移距离* |
| *选择要偏移的对象，或[退出(E)/放弃(U)] <退出>：* | *//选择要偏移的源对象* |
| *指定要偏移的那一侧上的点，或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)] <退出>：* | *//在对象的偏移侧任意拾取一点作为偏移方向* |
| *选择要偏移的对象，或[退出(E)/放弃(U)] <退出>：↙* | *//按【Enter】键结束命令* |

- 图层(L)：确定将偏移对象创建在当前图层上还是源对象所在的图层上。

## 5.3.4　阵列图形

阵列可以按照矩形或环形（圆形）的方式，以定义的距离或角度复制出源对象的多个对象副本。特别适合绘制孔板、法兰等具有均布特征的图形。

### 1. 创建矩形阵列

对于矩形阵列，可以控制行和列的数目以及它们之间的距离，或者添加倾斜角度的方式，使选取的阵列对象成矩形方式进行阵列复制。倾斜角度的默认设置为 0，此时矩形阵列

的行和列与图形的 X 和 Y 轴正交。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【阵列】|【矩形阵列】命令。

2）工具栏：单击【修改】工具栏中的【矩形阵列】按钮。

3）命令行：ARRAY。

命令窗口将显示以下提示：

```
选择对象：                                               //选择阵列对象
选择对象：↙//按【Enter】键
输入阵列类型[矩形(R)/路径(PA)/极轴(PO)]<矩形>：           //选择阵列类型
类型=矩形  关联=是
为项目数指定对角点或[基点(B)/角度
(A)/计数(C)]<计数>：
                    //指定阵列栅格的对角点等以设置行数和
                     列数
输入行数或[表达式(E)]<4>：                                //设置行数
输入列数或[表达式(E)]<4>：                                //设置列数
指定对角点以间隔项目或[间距(S)]<间距>：                   //选择间距
指定行之间的距离或[表达式(E)]<95.927>：                   //指定行间距
指定列之间的距离或[表达式(E)]<289.8032>：                 //指定列间距
按【Enter】键接受或[关联(AS)/基点(B)/行(R)/
列(C)/层(L)/退出(X)]<退出>：                              //阵列完成
```

- 基点（B）：指定阵列的基点。
- 角度（A）：指定行轴的旋转角度。行和列轴保持相互正交。

**2. 创建环形阵列**

对于环形阵列，可以控制对象副本的数目并决定是否旋转副本。对于创建多个定间距的对象，排列比复制要快。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【阵列】|【环形阵列】命令。

2）工具栏：单击【修改】工具栏中的【阵列】按钮。

3）命令行：ARRAYPOLAY。

命令窗口将显示以下提示：

```
选择对象：                                                       //选择要阵列的对象
类型=极轴  关联=是
指定阵列的中心点或[基点(B)/旋转轴(A)]：b                         //采用指定基点的方式
指定基点或[关键点(K)]<质心>：                                    //指定阵列的基点
指定阵列的中心点或[基点(B)/旋转轴(A)]：a                         //采用指定旋转轴的方式
指定旋转轴上的第一个点：                                         //指定第一点
指定旋转轴上的第二个点：                                         //指定第二点
输入项目数或[项目间角度(A)/表达式(E)]<3>：                       //输入项目数
指定填充角度(+=逆时针、-=顺时针)或[表达式(EX)]<360>：            //指定填充角度
按【Enter】键接受或[关联(AS)/基点(B)/项目(I)/项目间角度
(A)/填充角度(F)/行(ROW)/层(L)/旋转项目(ROT)/退出(X)]              //阵列完成
```

- 旋转轴：指定由两个指定点定义的自定义旋转轴。

- 项目：指定阵列中的项目数。
- 项目间角度（A）：指定项目之间的角度。
- 填充角度（F）：指定阵列中第一个和最后一个项目之间的角度。
- 行数（ROW）：编辑阵列中的行数和行间距，以及它们之间的增量标高。
- 层级（L）：指定阵列中的层数和层间距。
- 全部：指定第一层和最后一层之间的总距离。

## 5.4　改变对象位置和大小

改变对象在空间中位置和大小的命令包括：移动、旋转和缩放。

### 5.4.1　移动图形

可以按指定的角度和方向按指定距离移动对象，同时使用坐标、栅格捕捉、对象捕捉和其他工具（见第 3 章）可以精确移动对象。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【移动】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡|【修改】工具栏中的【移动】按钮。

3）命令行：MOVE。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：找到 1 个*　　　　//选择要移动的对象
*选择对象：*　　　　//继续选择要移动的对象，或回车确定所选的对象
*指定基点或[位移(D)] <位移>：*　　　　//指定移动的基点或输入位移量
*指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>：*　　　　//指定第二点或回车，命令结束

- 指定的两个点定义了一个矢量，表明选定对象将被移动的距离和方向。

### 5.4.2　旋转图形

AutoCAD 中可以绕指定基点旋转图形中的对象。要确定旋转的角度，可以输入角度值，使用光标进行拖动，或者指定参照角度。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【旋转】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【旋转】按钮。

3）命令行：ROTATE。

命令窗口将显示以下提示：

*UCS 当前的正角方向：ANGDIR = 逆时针　ANGBASE = 0*　　　　//显示当前默认属性
*选择对象：*　　　　//选择要旋转的对象
*指定基点：*　　　　//指定旋转的基点
*指定旋转角度，或[复制(C)/参照(R)] <0>：*　　　　//指定旋转角度

- 旋转轴通过指定的基点，并且平行于当前 UCS 的 Z 轴。
- 输入 R，采用参照方式时，系统提示：

*指定参照角：<0>*　　　　//指定要参照的角度或取点，默认值为 0
*指定新角度或[点(P)] <0>：*　　　　//输入新角度值或取点

旋转角为“参照角”与“新角度”之差。如果取点，输入的第一点与第二点连线确定

参照角，第一点与第三点连线确定新角度。

### 5.4.3 缩放图形

AutoCAD 中指定基点和比例因子，可以将对象按统一比例放大或缩小。当用于注释性对象时，对象的位置将相对于缩放操作的基点进行缩放，但对象的尺寸不会更改。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【缩放】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【缩放】按钮。

3）命令行：SCALE。

命令窗口将显示以下提示：

| | |
|---|---|
| *选择对象：* | *//选择要缩放的对象* |
| *选择对象：* | *//按【Enter】键结束选择* |
| *指定基点：* | *//指定缩放的基点* |
| *指定比例因子或[复制(C)/参照(R)]：* | *//指定比例因子或参照比例* |
| *输入 R，采用参照方式时，系统提示：* | |
| *指定参照长度 <1>：* | *//指定参照长度或取点* |
| *指定第二点：* | *//指定第二点* |
| *指定新的长度或[点(P)] <1>：* | *//指定新长度值或按【Enter】键，绘制完成* |

- 参照（R）：按参照长度和指定的新长度缩放所选对象。缩放的比例为新长度与参照长度之比。

## 5.5 修改对象形状

这一类编辑命令在对指定对象进行编辑后，使得编辑对象的形状发生改变。包括倒角、断开、修剪、延长、加长、伸展等命令。

### 5.5.1 修剪

AutoCAD 中可以修剪对象以便与其他对象的边相接。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【修剪】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【修剪】按钮。

3）命令行：TRIM。

命令窗口将显示以下提示：

| | |
|---|---|
| *当前设置：投影 = UCS，边 = 无* | *//显示系统默认设置* |
| *选择剪切边...* | *//系统提示选择修剪边界* |
| *选择对象或 <全部选择>：* | *//选择要修剪对象的边界* |
| *选择对象：* | *//按【Enter】键结束选择* |
| *选择要修剪的对象，或按住【Shift】键选择要延伸的对象，或[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]：* | *//选择要修剪的线段* |
| *若输入“边（E）”，则提示如下：* | |
| *输入隐含边延伸模式[延伸(E)/不延伸(N)] <不延伸>：* | |
| *选择要修剪的对象，或按住【Shift】键选择要延伸的对象，或[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]：* | *//修剪完成后按【Enter】键结束命令* |

- 按住【Shift】键选择要延伸的对象：延伸选定对象而不是修剪它们。此选项提供了一种在修剪和延伸之间切换的简便方法。

### 5.5.2　延伸

延伸与修剪的操作方法相同，AutoCAD 中可以延伸对象，使它们精确地延伸至由其他对象定义的边界边。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【延伸】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【延伸】按钮。

3）命令行：EXTEND。

命令窗口将显示以下提示：

| | |
|---|---|
| *当前设置：投影 = UCS，边 = 无* | *//系统显示当前默认设置* |
| *选择边界的边 ...* | *//系统提示选择延伸到的边界* |
| *选择对象或 <全部选择>：* | *//选择边界* |
| *选择对象：* | *//按【Enter】键完成选择* |
| *选择要延伸的对象，或按住【Shift】键选择要修剪的对象，或 [栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]：* | *//选择要延伸的对象* |
| *选择要延伸的对象，或按住【Shift】键选择要修剪的对象，或 [栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]：* | *//按【Enter】键结束命令* |

### 5.5.3　拉伸

AutoCAD 中可以拖拉选择的对象，改变对象的形状。拉伸对象时应指定拉伸的基点和移置点。利用一些辅助工具，譬如对象捕捉、栅格捕捉和相对坐标输入等可以提高拉伸的精度。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【拉伸】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【拉伸】按钮。

3）命令行：STRETCH。

命令窗口将显示以下提示：

| | |
|---|---|
| *拉伸由最后一个窗口选定的对象 ...* | *//系统提示由最后一个窗口选择的对象* |
| *选择对象：* | *//选择要拉伸的对象* |
| *指定基点或[位移(D)] <位移>：* | *//指定基点或输入位移坐标* |
| *指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>：* | *//指定第二点，或按【Enter】键使用以前的坐标作为位移拉伸完成* |

- 位移：输入 X、Y（可能包括 Z）的位移值。如果输入第二点，对象将根据这两点决定的矢量拉伸对象。如果在“指定位移的第二点”提示下按【Enter】键，则第一点的坐标值将被视为 X、Y、Z 位移。
- 用交叉窗口选择拉伸对象后，落在交叉窗口内的端点被拉伸，落在外面的端点保持不动。

### 5.5.4　拉长

使用拉长命令，可以更改圆弧的夹角及直线、圆弧、开放的多段线、椭圆弧、开放的样

条曲线等的长度，结果与延伸和修剪相似。用户可以动态拖动对象的端点，按总长度或角度的百分比指定新长度或角度，指定从端点开始测量的增量长度或角度或者指定对象的总绝对长度或包含角。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【拉长】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【拉长】按钮。

3）命令行：LENGTHEN。

命令窗口将显示以下提示：

| | |
|---|---|
| *选择对象或[增量(DE)/百分数(P)/全部(T)/动态(DY)]:* | *//选择对象* |
| *当前长度：184.9914* | *//显示当前长度* |
| *选择对象或[增量(DE)/百分数(P)/全部(T)/动态(DY)]:* | *//选择拉长方式“全部”的* |
| *指定总长度或[角度(A)]<184.9914>:* | *//指定拉长长度* |
| *选择要修改的对象或[放弃(U)]:* | *//按【Enter】键结束命令* |

- 增量：以指定的增量修改对象的长度或圆弧的角度，该增量从距离选择点最近的端点处开始测量，正值扩展对象，负值修剪对象。
- 动态：打开动态拖动模式。通过拖动选定对象的端点之一来更改其长度，其他端点保持不变。

## 5.5.5　圆角

圆角命令可以用指定的半径决定的一段平滑的圆弧连接两个对象。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【圆角】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【圆角】按钮。

3）命令行：FILLET。

命令窗口将显示以下提示：

| | |
|---|---|
| *当前设置：模式=修剪，半径=0.0000* | *//系统当前设置* |
| *选择第一个对象或[放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)]：r* | *//选择“半径”选项* |
| *指定圆角半径<0.0000>:* | *//输入半径* |
| *选择第一个对象或[放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)]:* | *//选择第一个对象* |
| *选择第二个对象，或按住【Shift】键选择要应用角点的对象:* | *//选择第二个对象，绘制完成* |

- 多段线：在二维多段线中两条直线段相交的每个顶点处根据指定的圆弧半径将各顶点用圆滑的圆弧连接起来。
- 半径：定义圆角圆弧的半径。
- 修剪：控制圆滑连接两条边时，是否修剪这两条边。
- 多个：同时给多个对象集加圆角。
- 按住【Shift】键并选择两条直线，可以快速创建零距离倒角或零半径圆角。

## 5.5.6　倒角

倒角连接两个对象。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【倒角】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【倒角】按钮。

3）命令行：CHAMFER。

命令窗口将显示以下提示：

*（“修剪”模式）当前倒角距离 1 =0. 0000，距离 2 =0. 0000　　//系统当前设置*

*选择第一条直线或[放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]：　　//选择“距离”选项 d*

*指定第一个倒角距离 <0. 0000 >：　　//指定第一个倒角距离*

*指定第二个倒角距离 <0. 0000 >：　　//指定第二个倒角距离*

*选择第一条直线或[放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]：　　//指定第一条直线*

*选择第二条直线，或按住【Shift】键选择要应用角点的直线：　　//指定第二条直线，结束命令*

- 距离：设定倒角两端至选定边的距离。
- 角度：用第一条线的倒角距离和倒角角度设定倒角距离。
- 修剪：控制【CHAMFER】是否将选定的边修剪到倒角直线的端点。
- 方式：控制【CHAMFER】使用距离法或角度法来创建倒角。

### 5. 5. 7　打断

打断命令通常用于为块或文字创建空间，在两点之间打断选定对象，这样将产生两个对象。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【打断】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【打断】按钮。

3）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【打断于点】按钮。

4）命令行：BREAK。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　//选择要打断的对象*

*指定第二个打断点或[第一点(F)]：　　//指定第二点或重新指定第一个打断点，命令结束*

### 5. 5. 8　分解

在希望单独修改复合对象的部件时，可将复合对象分解为其组件对象，可以分解的对象包括块、多段线及面域等。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【分解】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【分解】按钮。

3）命令行：EXPLODE。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　//选择对象*

*选择对象：　　//按【Enter】键结束命令*

### 5. 5. 9　合并

合并命令合并相似的对象以形成一个完整的对象。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【合并】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【修改】工具栏中的【合并】按钮。
3）命令行：JOIN。
命令窗口将显示以下提示：

*选择源对象或要一次合并的多个对象：　　　　//选择源对象*
*选择要合并的对象：　　　　//选择要合并的对象*
*选择要合并的对象：　　　　//选择要合并的对象*

合并对象说明：

- 直线：直线对象必须共线（位于同一无限长的直线上），但是它们之间可以有间隙。
- 多段线：对象可以是直线、多段线或圆弧。对象之间不能有间隙，并且必须位于与 UCS 的 XY 平面平行的同一平面上。
- 三维多段线：三维多段线和其他对象必须彼此相连（端点对端点），但它们可以位于不同的平面上，结果对象是单个三维多段线。
- 圆弧：圆弧对象必须位于同一假想的圆上，但是它们之间可以有间隙。“闭合”选项可将源圆弧开始按逆时针方向合并圆弧。
- 椭圆弧：椭圆弧必须位于同一椭圆上，但是它们之间可以有间隙。“闭合”选项可将源椭圆弧按逆时针方向合并椭圆弧。
- 样条曲线：样条曲线和其他对象必须彼此相连（端点对端点），但它们可以位于不同的平面上，结果对象是单个样条曲线。
- 螺旋：螺旋对象必须相接（端点对端点），结果对象是单个样条曲线。

## 5.6　夹点快速编辑

除了可以利用前面的各类编辑工具对对象进行编辑操作外，还可以利用夹点工具快速方便地编辑图形对象。

AutoCAD 在图形对象上定义了一些特殊点，称为“夹点”。利用夹点，可以编辑图形的大小、位置、方向以及对图形进行镜像、复制等操作。

使用夹点工具必须先打开夹点功能，方法如下：

1）菜单栏：在经典菜单栏中选择【工具】|【选项】。

2）单击应用程序按钮，在弹出的菜单中选择【选项】按钮，弹出【选项】对话框，在对话框中的“选择集”选项卡中，打开“显示夹点”复选框，如图 5-2 所示，在该页面上还可以设置代表夹点的小方格的尺寸和颜色。

打开夹点工具后，在编辑对象之前要先选择对象，则显示其夹点，默认为蓝色，称为“冷点”，然后单击其中一个夹点，夹点颜色将变为红色，称为“热点”，这个时候，命令行提示：

*** 拉伸 ***
*指定拉伸点或[基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]：*

则进入拉伸编辑状态，此时，系统会默认所选夹点为拉伸基点，输入数值或在绘图区指定拉伸位置，即可完成图形的拉伸操作。当选定的夹点是文字、块参照、直线中点、圆心和点对象上的夹点时，将移动对象而不是拉伸对象。也可以在选中夹点后，通过空格键或回车

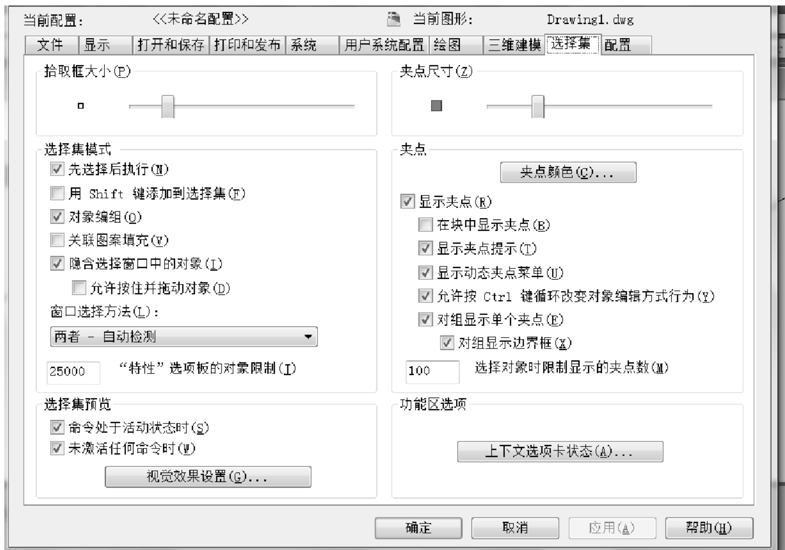



图 5-2　打开夹点工具

键循环选择拉伸、镜像、移动、旋转、缩放等编辑模式，此时注意命令行的提示信息变化，进行相应的编辑操作。

或者单击鼠标右键，弹出选项菜单，如图 5-3 所示，可以根据提示进行相关的操作。

- 锁定图层上的对象不显示夹点。
- 当选择对象上的多个夹点拉伸对象时，选定夹点间对象的形状将保持原样。按住【Shift】键可选择多个夹点，如图 5-4 所示，然后单击选择适当的多个夹点以亮显这些夹点，松开【Shift】键并通过单击夹点选择一个夹点作为基准夹点，再进行相应的编辑操作。

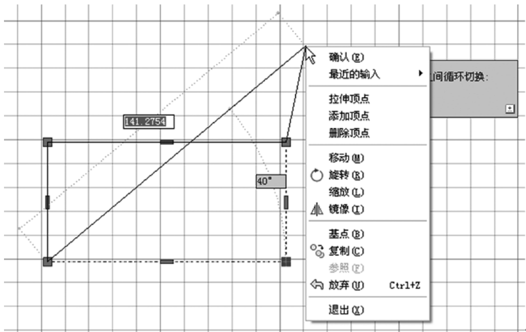



图 5-3　夹点编辑选项

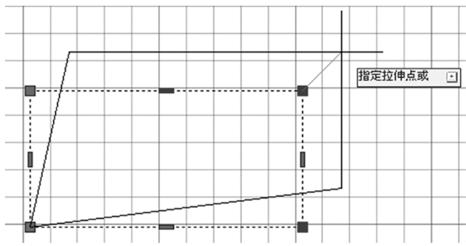



图 5-4　选择多个夹点

## 5.7　典型实例——绘制拨叉

本例主要应用二维图形的基本绘制和编辑方法完成拨叉零件的主视图和左视图，如图 5-5 所示。

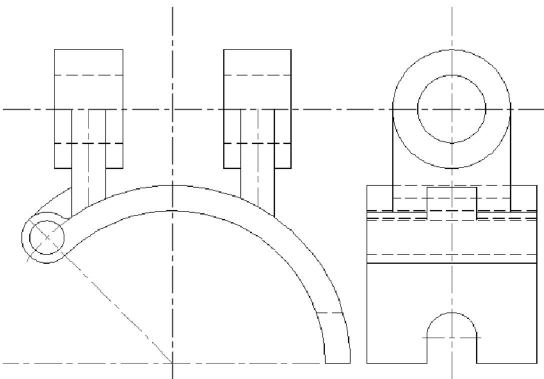


图 5-5　拨叉零件

| | | |
|---|---|---|
| | 完成模型 | 配套光盘\5\完成\5.7.DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘\5\录屏\5.7.AVI |

**1. 设置图形界限**

启动 AutoCAD2012 后，将图形界限设定为 420×297。选择【格式】工具栏|【图形界限】或在命令行中执行 LIMITS 命令，指定左下角为（0，0），指定右上角为（420，297）。

可以根据需要选择是否显示栅格，按 F7 或单击状态栏中“栅格”按钮显示栅格。

**2. 设置图层**

单击【图层】工具栏|【图层特性管理器】按钮或选择菜单栏中【格式】|【图层】命令，弹出【图层特性管理器】对话框，如图 5-6 所示。

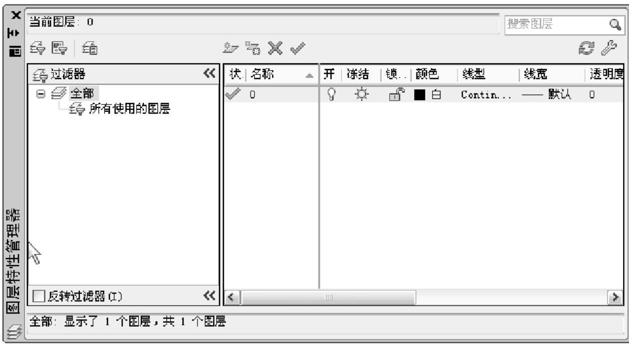



图 5-6　【图层特性管理器】对话框

单击【新建图层】按钮，新建 3 个图层，分别命名为“点画线”、“粗实线”和“虚线”，将“点画线”层的颜色设为红色，线型为 CENTER，线宽 0.05；“粗实线”层颜色为白色，线型为 Continuous，线宽为 0.3；“虚线”层颜色为白色，线型为 DASHED，线宽为 0.05，如图 5-7 所示。

设置颜色时，单击该图层所对应的颜色项，弹出【选择颜色】选项卡，如图 5-8 所示，通过选择需要的颜色，然后单击确定，完成设置颜色。

设置线型时，单击该图层所对应的线型项，弹出【选择线型】选项卡，由于设置第一次线型时，该选项卡中只有线型 Continuous，可以通过单击“加载”，弹出“加载或重载线




图 5-7　设置图层




图 5-8　【选择颜色】选项卡

型”选项卡来选择更多线型，如图 5-9 所示。




图 5-9　【加载或重载线型】选项卡

加载后的【选择线型】选项卡如图 5-10 所示。




图 5-10 【选择线型】选项卡

**3. 绘制构造线**

（1）将“点画线层”设置为当前图层

单击图层特性管理器的下拉菜单，将点画线设为当前图层。如图 5-11 所示。




图 5-11 将“点画线层”设置为当前图层

（2）绘制构造线

① 单击【绘图】工具栏 |【直线】按钮或在命令行执行 LINE/简写形式 L 命令，绘制直线 1，坐标为{(150，50)，(@0，220)}，完成直线 1 的绘制。

② 按空格键或回车键继续绘制直线 2，坐标为{(50，60)，(@205，0)}；按上述方法绘制直线 3，坐标为{(298，75)，(@34，0)}。

③ 按 F10 或单击状态栏中“极轴”开关按钮，在该按钮上单击右键将增量角设置为 45，如图 5-12 所示。




图 5-12 草图设置

④ 单击【绘图】工具栏 |【直线】按钮，选着第一点为直线 1 与直线 2 的交点，下一点为（105，135°），得到直线 4。

⑤ 单击【绘图】工具栏 |【圆弧】按钮，首先输入 C，指定圆心为直线 1 与直线 2 的

交点，起点指定为（105＜125°），终点指定为（105＜145°），得到圆弧 1，所得构造线如图 5-13 所示。

（3）偏移构造直线

① 单击【修改】工具栏｜【偏移】按钮或在命令行执行 OFFSET/简写形式 O，偏移距离设为 50，偏移对象为直线 1，指定偏移的一侧：单击左侧，得到直线 5。

② 按空格键或回车后继续以直线为偏移对象，指定偏移的一侧：单击右侧，得到直线 6。

③ 按上述方法可以得到直线 7、直线 8，偏移对象分别为直线 1、直线 2，偏移距离分别为 165、150，所得结果如图 5-14 所示。

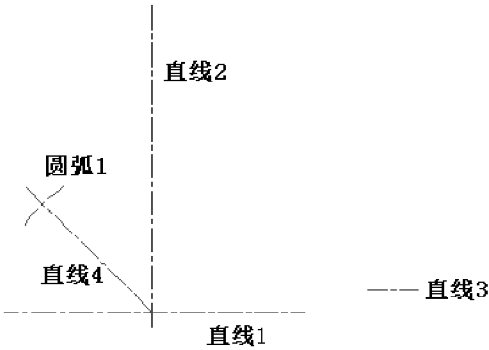



图 5-13　绘制构造线

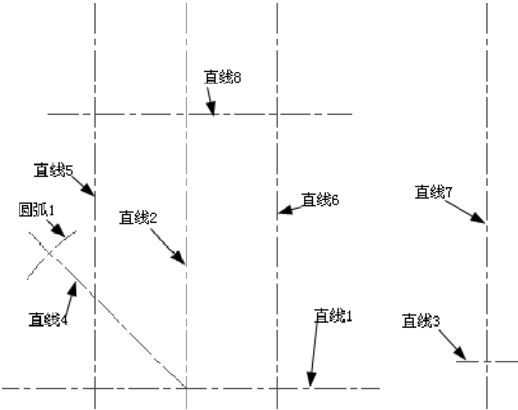



图 5-14　偏移构造直线

（4）拉长直线 8

单击【修改】工具栏｜【拉长】按钮，命令行提示：“选择对象或［增量（DE）/百分数（P）/全部（T）/动态（DY）］:”，在命令行中输入 DE，接着选择对象直线 8，输入长度增量 115。如图 5-15 所示。

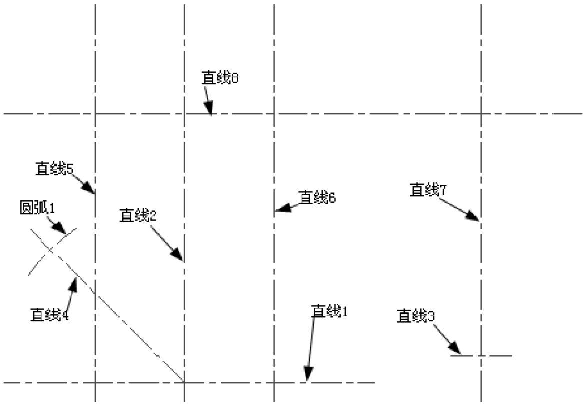



图 5-15　拉长直线 8

**4. 绘制轮廓视图**

（1）将“粗实线”设置为当前图层

单击图层特性管理器的下拉菜单，将粗实线设为当前图层。如图 5-16 所示。




图 5-16　将“粗实线”设置为当前图层

（2）绘制圆

① 单击【绘图】工具栏|【圆】按钮或在命令行执行 CIRCLE/简写形式 C，绘制圆 1，指定圆心为圆弧 1 与直线 4 的交点，半径输入 10，得到圆 1。

② 单击【绘图】工具栏|【圆】按钮或按空格键/回车键，绘制圆 2，指定为直线 7 与直线 8 的交点，半径为 20。

③ 单击【修改】工具栏|【偏移】按钮，指定偏移距离为 15，选择偏移对象为圆 2，偏移的一侧为圆 2 的外侧，得到圆 3，所得结果如图 5-17 所示。

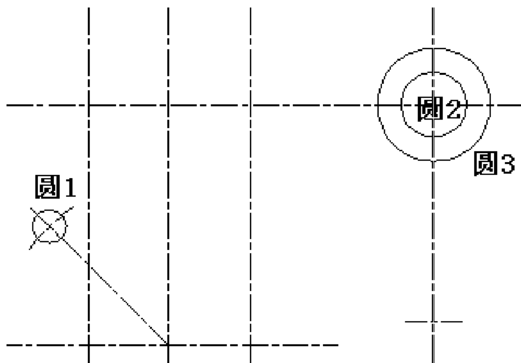



图 5-17　绘制圆

（3）绘制圆弧

① 单击【绘图】工具栏|【圆弧】按钮，选择输入 C，接着指定圆心为直线 1 与直线 2 的交点，起点为（@ 90，0°），指定圆弧的端点为直线 4 上的点，得到圆弧 2。

② 单击【绘图】工具栏|【圆弧】按钮或按空格键/回车键，继续绘制圆弧 3、圆弧 4、圆弧 5 及圆弧 6，各圆弧的圆心分别选择直线 1 与直线 2 的交点、直线 4 与圆弧 1 的交点、直线 1 与直线 2 的交点、直线 3 与直线 7 的交点，半径分别为 105、15、120、15，各起点与端点如图 5-18 所示。

（4）偏移直线 5

单击【修改】工具栏|【偏移】按钮，设定偏移距离为 10，偏移对象为直线 5，分别左右侧两次偏移，结果如图 5-19 所示。

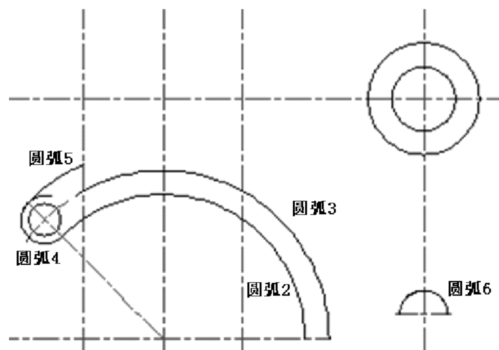



图 5-18　绘制圆弧

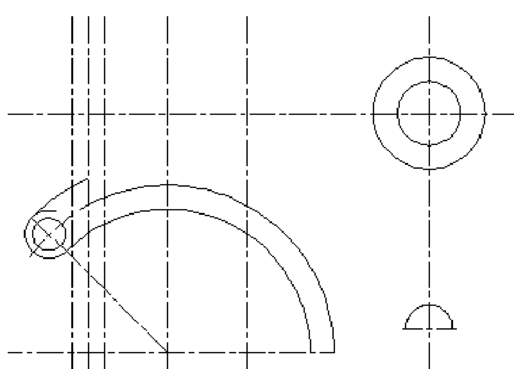


图 5-19　偏移直线 5

（5）更改偏移所得直线的图层属性

选中上述两条偏移后的直线，图层特性管理器显示为点画线层，如图 5-20 所示。




图 5-20　更改前的图形属性

单击图层特性管理器的下拉菜单，将粗实线设为当前图层，如图 5-21 所示。




图 5-21　更改后的图形属性

回车后，结果如图 5-22 所示。

（6）圆弧 3 与圆弧 4 倒圆角

单击【修改】工具栏｜【圆角】按钮或在命令行执行“FILLET”命令，采用修剪、半径模式选择第一个对象或［放弃（U）/多段线（P）/半径（R）/修剪（T）/多个（M）］：R，指定圆角半径为 5，第一个对象为圆弧 3，第二个对象为圆弧 4，结果如图 5-23 所示。

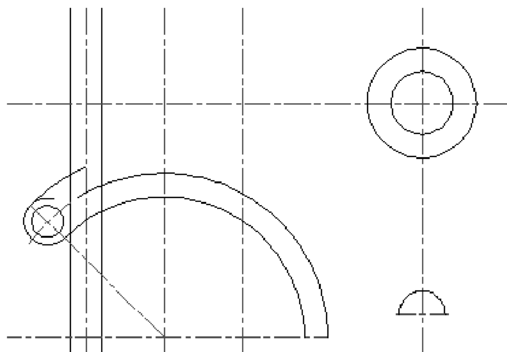


图 5-22　更改偏移所得直线的图层属性

（7）修剪轮廓线

① 单击【修改】工具栏｜【修剪】按钮或在命令行执行“TRIM/”简写形式“TR”，以直线 8、圆弧 3 及倒圆角作为剪切边，对 2 条竖直线轮廓线进行修剪。

② 单击【修改】工具栏｜【修剪】按钮或按空格键/回车键，继续修剪操作，以左边轮廓竖直线为剪切边，对圆弧 5 进行修剪，结果如图 5-24 所示。

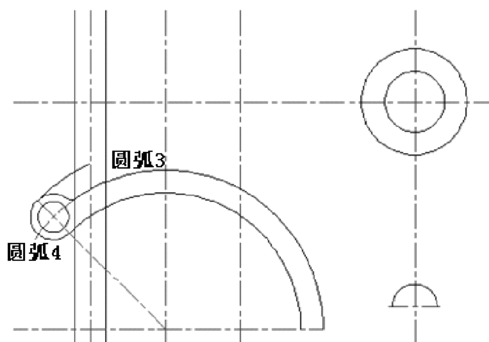



图 5-23　圆弧 3 与圆弧 4 倒圆角

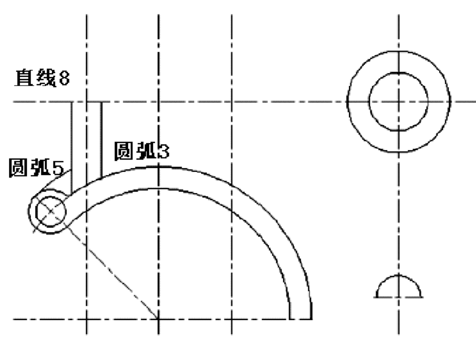



图 5-24　修剪轮廓线

（8）通过极轴追踪来绘制主视图的轮廓直线

① 单击状态栏中的极轴追踪按钮或按 F10 启动极轴追踪，接着单击【绘图】工具栏｜【直线】按钮，指定第一点：先将光标移到图示圆的下象限点，然后左移光标，结果如图 5-25 所示。

② 接着将光标移至左竖直轮廓线，自动捕捉到一点，将该点指定为第一点，指定下一

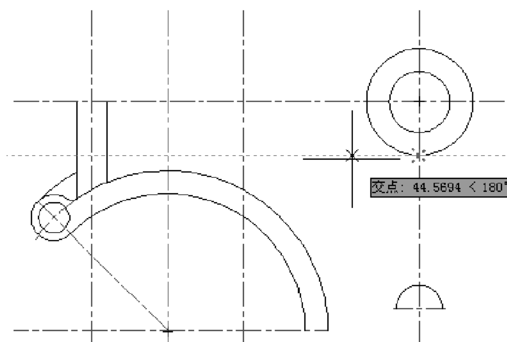
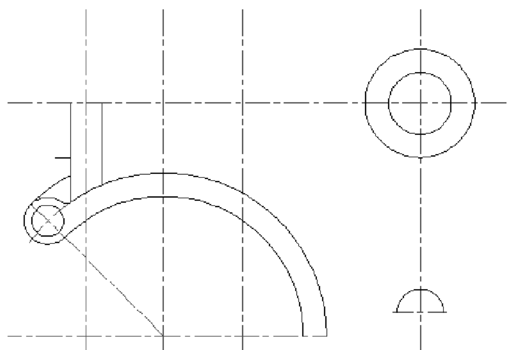
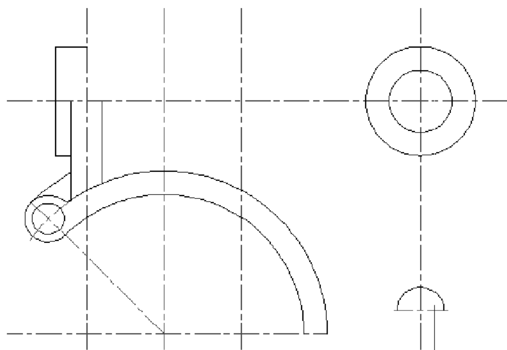



图 5-25　移动鼠标

点坐标为（@ -10，0），所得结果如图 5-26 所示。

③ 继续指定下一点坐标为（@0，70），接着再次指定下一点为水平极轴与直线 5 的交点，所得结果如图 5-27 所示。

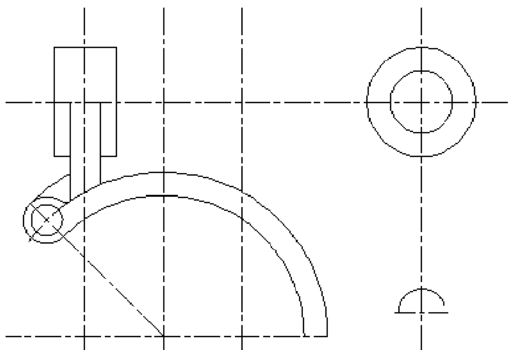

图 5-26　自动捕捉

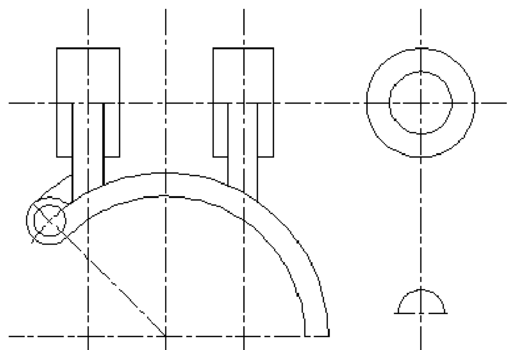

图 5-27　通过极轴追踪来绘制主视图的轮廓直线

（9）镜像轮廓线

① 单击【修改】工具栏|【镜像】按钮或在命令行执行“MIRROR↙”简写形式“MI”命令，选择对象为上一步所绘制出的 3 条直线，指定镜像线的第一点与第二点分别为直线 5 的两端点，回车后命令行提示“删除镜像源吗？[是（Y）/否（N）] <N>：”（默认为不删除），输入 N 或回车，得到结果如图 5-28 所示。

② 单击【修改】工具栏|【镜像】按钮或按空格键/回车键，继续镜像操作，选择对象为上一步操作的整个镜像轮廓线及两条竖直轮廓线，指定镜像线的第一点和第二点分别为直线 2 的两端点，选择不删除镜像源，结果如图 5-29 所示。


图 5-28　镜像轮廓线


图 5-29　镜像轮廓线

（10）绘制轮廓直线

① 单击【绘图】工具栏|【直线】按钮，第一点指定为圆弧 6 的左端点，下一点指定为直线 1 的水平导航线与第一点的竖直导航线的交点，得到直线 9。

② 单击【绘图】工具栏|【直线】按钮或按空格键/回车键，继续绘制直线命令，第一点和下一点分别为圆弧 2 与圆弧 3 的右端点。

③ 继续上述直线操作，指定第一点为大圆的左象限点，下一点为上图所示的最左端的竖直轮廓线的下端点的水平导航线与第一点的竖直导航线的交点，得到直线 10。

所得结果如图 5-30 所示。

(11) 绘制矩形

单击【绘图】工具栏|【矩形】按钮，第一个角点选择直线 1 所在的水平导航线与构造直线 7 的交点，接着命令行提示："指定另一个角点或［面积（A）/尺寸（D）/旋转（R）]："，执行 D 命令，指定矩形长度为 50，宽度为 100，指定另一角点：随便单击第一个角点的左上角中的一点。结果如图5-31所示。

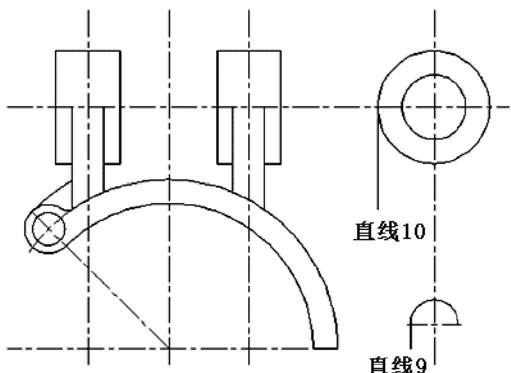
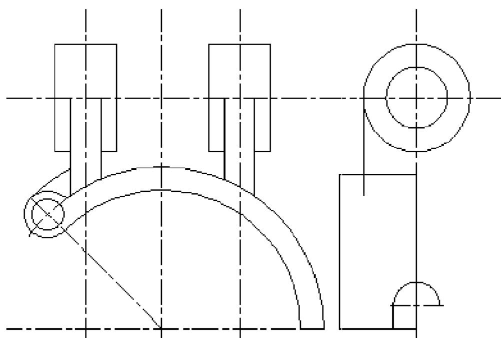


图 5-30　绘制轮廓直线

(12) 分解矩形及轮廓剪切

① 单击【修改】工具栏|【分解】按钮，选择对象为矩形，回车，完成矩形分解。

② 单击【修改】工具栏|【修剪】按钮，以直线 3、直线 9、直线 10 及圆弧 6 作为剪切边，对矩形分解所得直线进行修剪，结果如图 5-32 所示。


图 5-31　绘制矩形

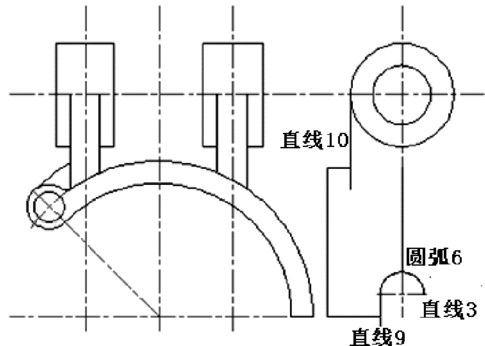


图 5-32　修剪轮廓线

③ 单击【修改】工具栏|【删除】按钮或在命令行中执行"ERASE"命令，选择对象为直线 7 上的轮廓线，如图 5-33 所示。

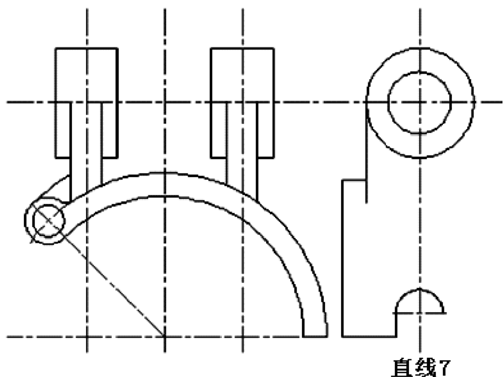


图 5-33　删除轮廓线

(13) 绘制轮廓线

① 单击【绘图】工具栏|【直线】按钮，绘制圆弧 5 所对应部分的厚度，第一点为圆弧 5 的最右端点对应的水平导航线与直线 7 的交点，下一点为（@ −15，0），接着下一点为圆弧 4 与圆弧 5 所对应的切点的水平导航线与上一点所对应的竖直导航线的交点。

② 单击【绘图】工具栏|【直线】按钮或按空格键/回车键，继续直线操作，绘制另外两条直线，直线的第一点分别为圆弧 4 的最顶点和最低点，根据水平导航线，第二点分别在左视图的最左端竖直线上，下一点为图示点，结果如图 5-34 所示。

（14）修剪构造线与轮廓线

① 单击【修改】工具栏｜【删除】按钮，选择对象为图中所删的两直线，如图 5-35 所示。

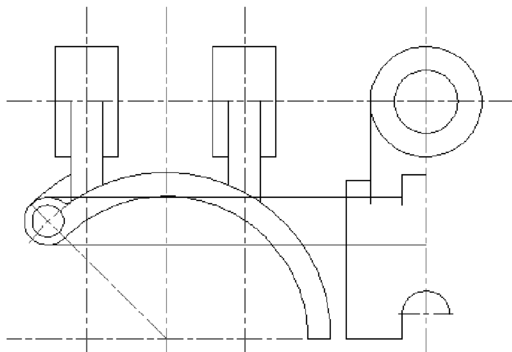


图 5-34　绘制轮廓线

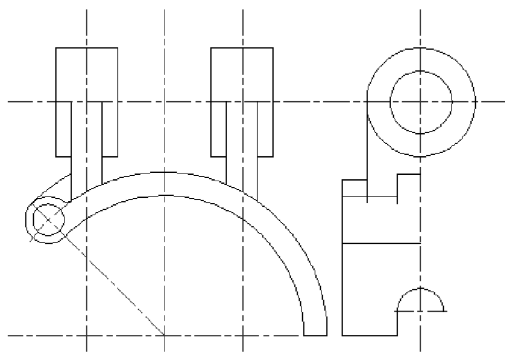


图 5-35　删除轮廓线

② 单击【修改】工具栏｜【修剪】按钮，以圆弧 4 的最顶端所对应的左视图中的直线作为剪切边，对直线 10 进行修剪。

③ 按空格键/回车键，继续修剪操作，以圆弧 2 与直线 8 作为剪切边，对直线 5 与直线 6 进行修剪，结果如图 5-36 所示。

（15）在左视图中镜像直线

单击【修改】工具栏｜【镜像】按钮或在命令行中执行“MIRROR/”简写形式“MI”命令，选择对象为左视图中的轮廓直线，完成左视图的绘制，如图 5-37 所示。

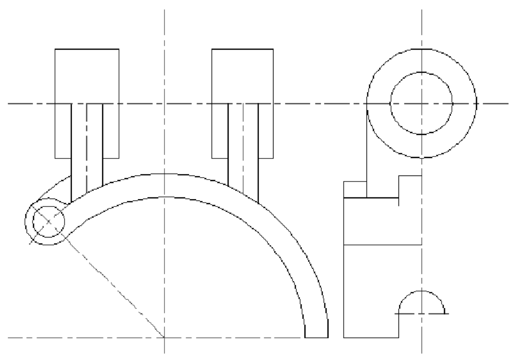


图 5-36　修剪轮廓线

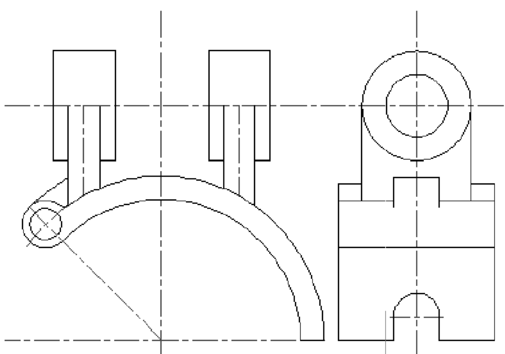


图 5-37　在左视图中镜像直线

**5. 绘制虚线**

（1）将“虚线”层设为当前图层

单击图层特性管理器的下拉菜单，将虚线层设为当前图层。如图 5-38 所示。




图 5-38　将虚线层设为当前图层

（2）绘制虚线

根据各圆弧及圆的上象限点和下象限点，先将光标移至圆 1 的下象限点，接着水平移动光标与左视图的竖直线有两交点，如图 5-39 所示。

将两交点设为直线的第一点和下一点，结果如图 5-40 所示。

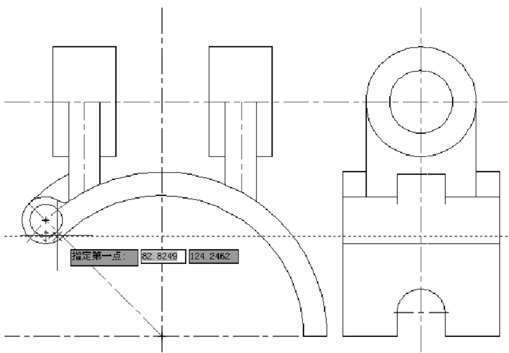



图 5-39　绘制虚线 - 1

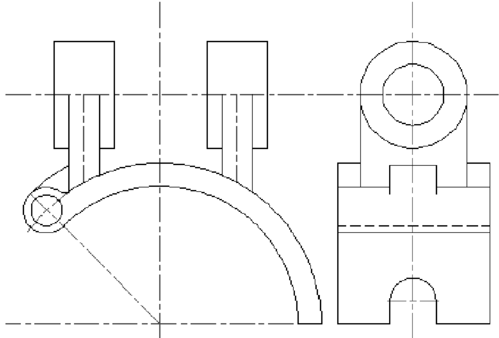


图 5-40　绘制虚线 - 2

按相同的方法绘制其他虚直线，绘制完成所得结果如图 5-41 所示。

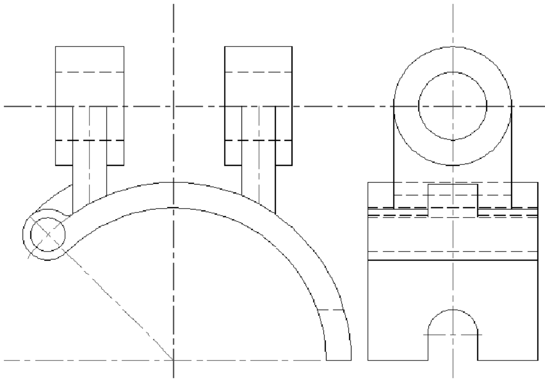


图 5-41　拨叉零件完成图

# 第 6 章　面域和图案填充

## 6.1　面域造型

面域是具有物理特性（例如质心）的二维封闭区域。面域可用于应用填充和着色，可以使用布尔操作将现有面域合并到单个复杂面域。

### 6.1.1　创建面域

环是封闭某个区域的直线、多段线、圆、圆弧、椭圆、椭圆弧和样条曲线的组合，可以从形成闭环的对象创建面域。面域的边界由端点相连的曲线组成，曲线上的每个端点仅连接两条边，拒绝所有交点和自交曲线。

**1. 将封闭区域的对象转换为面域对象**

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【面域】命令。

2）功能区：单击【常用】标签|【绘图】面板|【面域】按钮。

3）命令行：REGION。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：//在绘图区中单击选择要创建面域的闭合对象*

**2. 由对象包围的封闭区域创建面域或多段线**

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【边界】命令。

2）功能区：单击【常用】标签|【绘图】面板|【图案填充】按钮|【边界】按钮。

3）命令行：BOUNDARY。

命令窗口将显示以下提示：

*指定内部点或[高级选项(A)]：　//单击拾取指定内部点或者输入 a*

*输入选项[边界集(B)/孤岛检测(I)/对象类型(O)]：　//如果上一个提示中输入 a，将显示该提示，可输入所列出选项或按【Enter】键返回上一个提示*

弹出如图 6-1 所示【边界创建】对话框。

- 拾取点：根据围绕指定点构成封闭区域的现有对象来确定边界。
- 孤岛检测：控制 boundary 是否检测内部闭合边界，该边界称为孤岛。指定 boundary 是否使用最外层边界以内的对象作为边界对象。




图 6-1　【边界创建】对话框

### 6.1.2　并运算

AutoCAD 中可以对实体和共面的面域进行布尔运算，可极大地提高绘图效率。并运算，即是通过加法操作来合并选定的面域。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【并集】命令。

2）命令行：UNION。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　//单击选择要合并区域的边界，单击鼠标右键确定*

### 6.1.3　差运算

差运算，即通过从另一个重叠集中减去一个现有的面域对象集来创建二维面域对象。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【差集】命令。

2）命令行：SUBTRACT。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：//首先单击选择要从中减去的面域的边界，然后单击空格键，再单击选择减去的面域*

### 6.1.4　交运算

交运算，即从两个或两个以上现有面域的公共面域创建二维面域。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【交集】命令。

2）命令行：INTERSECT。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：//单击选择相交的区域，用鼠标右键单击确定*

### 6.1.5　典型实例——扳手

本例以扳手的绘制过程为例介绍面域及布尔运算命令的运用，如图 6-2 所示。



图 6-2　扳手

| | 完成模型 | 配套光盘 \ 6 \ 完成 \ 6.1.5.DWG |
|---|---|---|
| | 作图录制 | 配套光盘 \ 6 \ 录屏 \ 6.1.5.AVI |

**1. 创建面域**

（1）绘制圆和六边形

① 将“粗实线层”设置为当前图层，单击【绘图】工具栏 |【圆】按钮，单击图纸中任意一点为圆心，在命令行输入半径 10，按回车键，绘制出一个直径 20 的圆。

② 单击【绘图】工具栏 |【矩形】按钮后的倒三角，选择多边形多边形，在命令行输入多边形的边数 6，单击图纸任意一点为六边形的中心，在命令行输入 I，选择内接于圆，

在命令行输入圆的半径 7，按回车键，绘制的六边形和圆如图 6-3 所示。

③ 单击【修改】工具栏 |【旋转】按钮 旋转，选择绘制的六边形，指定六边形上任意一点为基点，在命令行输入旋转的角度 30，按回车键。

④ 单击【修改】工具栏 |【移动】按钮 移动，选择绘制的六边形，移动至如图 6-4 所示位置。

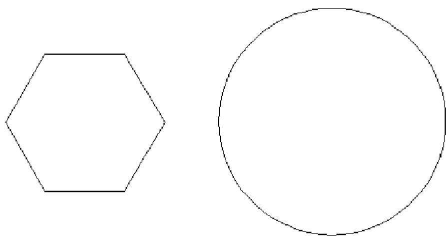


图 6-3　绘制的六边形和圆

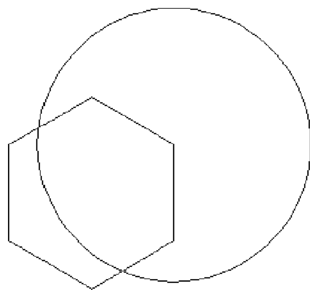
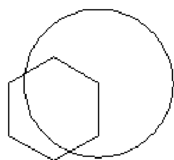


图 6-4　移动六边形

⑤ 单击【修改】工具栏 |【复制】按钮 复制，选择六边形和圆，将光标向右移动，在命令行输入数字 45，按回车键，向右复制出一个六边形和圆，如图 6-5 所示。

⑥ 单击【修改】工具栏 |【移动】按钮 移动，选择右侧的六边形，移动至如图 6-6 所示位置。



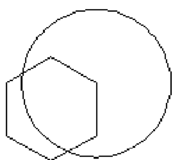
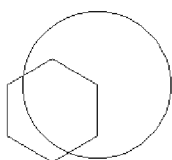


图 6-5　复制六边形和圆



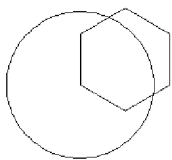


图 6-6　移动六边形

⑦ 单击【绘图】工具栏 |【面域】按钮，选择所有的六边形和圆，按回车键，创建出 4 个面域。

（2）绘制矩形

① 单击【绘图】工具栏 |【矩形】按钮，单击图纸任意一点为矩形的角点，在命令行输入 D，输入矩形的长 30，宽 8，按回车键。

② 单击【修改】工具栏 |【移动】按钮 移动，选择绘制的矩形，移动至两个圆形中间，如图 6-7 所示。

③ 单击【绘图】工具栏 |【面域】按钮，选择绘制的矩形，按回车键，创建出 1 个面域。

**2. 布尔运算**

（1）差运算

① 单击菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【差集】命令，选择左侧的圆形，按回车键，再选择左侧的六边形为减去的图形，按回车键，如图 6-8 所示。

② 用同样方法剪切右边的圆形，如图 6-9 所示。

（2）并运算

单击菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【并集】命令，选择两个圆形和矩形，按回车键，将圆形和矩形合并，如图 6-10 所示，绘制完成。

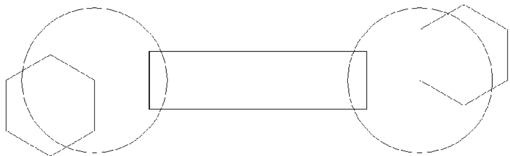


图 6-7　移动绘制的矩形

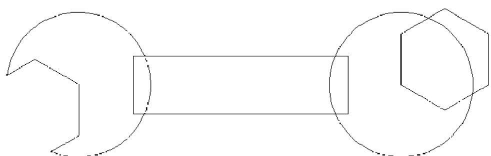


图 6-8　用差集命令剪切左边圆形

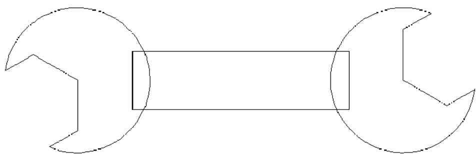


图 6-9　用差集命令剪切右边圆形



图 6-10　合并圆形和矩形

## 6.2　创建图案填充

绘制图形时，经常遇到图案填充，比如绘制物体的剖视图或断面，需要使用某种图案来填充某个指定的区域，这个区域的边界就是填充边界。

### 6.2.1　图案填充

可使用【HATCH】命令创建图案填充和填充，图案填充也可以显示实体填充或渐变填充。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【图案填充】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【绘图】工具栏中的【图案填充】按钮。

3）命令行：HATCH。

命令窗口将显示以下提示：

*拾取内部点或［选择对象(S)/设置(T)］：//*

- 拾取内部点：拾取要填充图形内部任意一点。
- 选择对象：选择要填充的图形。

输入 T，打开【图案填充和渐变色】对话框，如图 6-11 所示，显示【图案填充】选项卡。

- 【类型和图案】选项组可以选择各种图案文件中的图案进行填充。
- 【角度和比例】选项组用于设置填充图案的旋转角度和比例值。
- 【图案填充原点】选项组用于设置图案填充原点，可以使用当前 UCS 的原点（0，0）或通过指定点作为图案填充原点。
- 【边界】选项组用于确定填充区域的边界，可以通过拾取点或者选择对象的方式来确定边界。

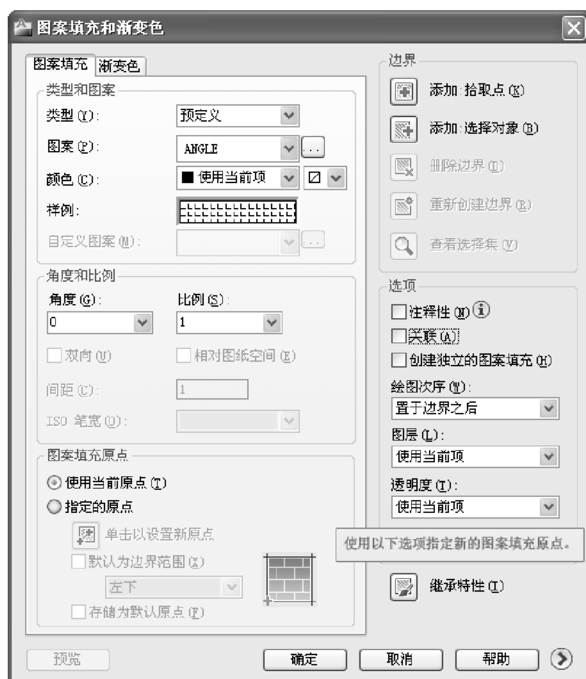



图 6-11　【图案填充和渐变色】对话框的“图案填充”选项卡

单击右下角按钮，展开【图案填充和渐变色】对话框以显示更多选项，如图 6-12 所示。




图 6-12　【图案填充和渐变色】对话框扩展版

- 位于图案填充边界内的封闭区域称为孤岛。【孤岛】选项组用于设置岛的图案填充方

式，通常包括普通、外部和忽略三种方式实现对填充范围的控制，其显示样式如对话框中所示。

### 6.2.2　创建渐变色填充

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【渐变色】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【绘图】工具栏中的【渐变色】按钮。

3）命令行：GRADIENT。

命令窗口将显示以下提示：

*拾取内部点或［选择对象(S)/设置(T)］：//*

同样输入 T，打开【图案填充和渐变色】对话框，如图 6-13 所示，显示【渐变色】选项卡。




图 6-13　【图案填充和渐变色】对话框的“渐变色”选项卡

- 【颜色】选项组中可以选择用一种或者两种颜色产生渐变色来填充图形，并决定渐变色的位置和倾斜的角度。

### 6.2.3　创建实体填充

可使用“SOLID”命令创建实体填充的三角形和四边形。

命令行操作

命令：SOLID

命令窗口将显示以下提示：

*指定第一点：//在二维实体中设置第一个点。*

*指定第二点：//设置二维实体的第一条边。*

*指定第三点：//设置与第二个点相对的角点。*

*指定第四点或 <退出>：//第四个点沿对角方向与第一个点相对。在“指定第四点”提示下按【Enter】键，将提示创建一个实心三角形。指定第五个点可创建一个四边形区域*

不同输入点次序产生不同的输入效果，如图 6-14 所示。

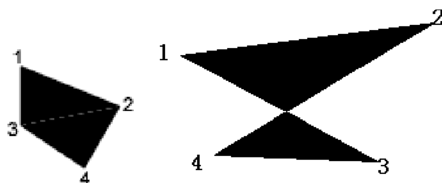



图 6-14　利用 SOLID 命令进行填充时输入点次序不同产生的输入效果

### 6.2.4　创建空白区域以覆盖对象

创建一个称作区域覆盖的多边形区域，以便添加说明或使用当前背景色遮蔽底层对象。此区域由区域覆盖边框定义，可以打开此边框进行编辑，也可以关闭此边框进行打印。例如图 6-15 所示，在图案填充区域创建一矩形空白区域。

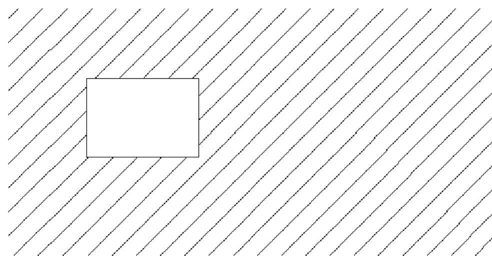


图 6-15　矩形区域覆盖

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【区域覆盖】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【绘图】工具栏中的【区域覆盖】按钮。

3）命令行：WIPEOUT。

命令窗口将显示以下提示：

*指定第一点或［边框(F)/多段线(P)］<多段线>：//选择“多段线”选项*

*选择闭合多段线：//选择一组闭合的多段线*

*是否要删除多段线？［是(Y)/否(N)］ <否>：//是/否删除多段线，结束命令*

- 第一点：根据一系列点确定区域覆盖对象的多边形边界。
- 边框：确定是否显示所有区域覆盖对象的边。
- 多段线：根据选定的多段线确定区域覆盖对象的多边形边界。
- 删除多段线：输入 y 将删除用于创建区域覆盖对象的多段线，输入 n 将保留多段线。

## 6.3　编辑图案填充

通过填充图案的编辑操作，不仅可以修改已经创建的填充图案，而且可以指定一个新的图案替换以前生成的图案，它具体包括对图案的样式、比例、间距、颜色、关联性以及注释性等选项的操作。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【对象】|【图案填充】命令。

2）工具栏：单击【修改】工具栏下拉菜单中的【编辑图案填充】按钮。

3）命令行：HATCHEDIT。

命令窗口将显示以下提示：

*选择图案填充对象：//选择图案填充的对象*

选择填充对象后，将打开【图案填充编辑】对话框，如图 6-16 所示。




图 6-16　【图案填充编辑】对话框

该对话框，可以对已打开的图案进行一系列编辑修改，各选项的含义与【图案填充与渐变色】对话框中各选项含义相同。

进行图案填充时，若选中【图案填充与渐变色】对话框的【关联】复选框，那么所填充的图案与其边界对象有着关联关系，对边界对象的更改将自动应用于图案填充，且为了保持关联性，边界对象必须一直完全封闭图案填充。如图 6-17 所示。

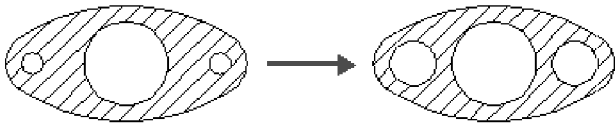


图 6-17　关联

## 6.4　典型实例——剖面线绘制

本例通过为图 6-18 所示的零件绘制剖面线，介绍面域和图案填充命令的运用，结果如图 6-19 所示。

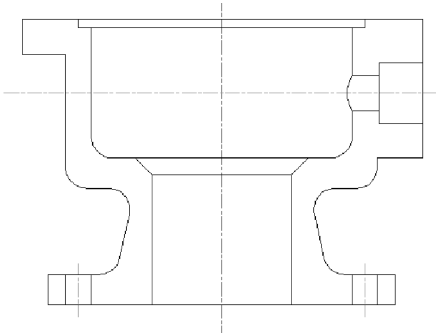


图 6-18　零件图

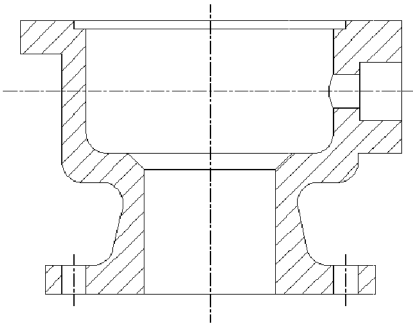


图 6-19　绘制的剖面线

| | | |
|---|---|---|
| | 素材文件 | 配套光盘\6\素材\6.4.DWG |
| | 完成模型 | 配套光盘\6\完成\6.4.DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘\6\录屏\6.4.AVI |

**1. 打开配套光盘中的素材文件**

**2. 创建面域**

1）将“粗实线”层设置为当前图层。

2）单击【绘图】工具栏｜【面域】按钮，选择零件图所有的粗实线，如图 6-20 虚线部分所示，按回车键，创建一个面域。

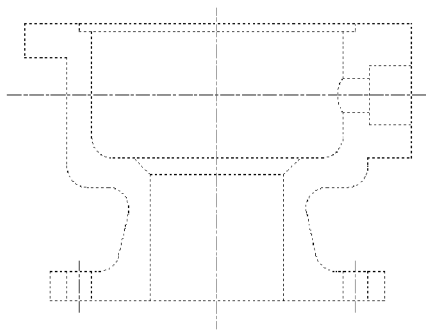


图 6-20　创建面域

**3. 绘制剖面线**

1）将“细实线”层设置为当前图层。

2）单击【常用】选项卡，【绘图】工具栏中的【图案填充】按钮，屏幕上弹出如图 6-21 所示图案填充与创建工具栏，单击“拾取点”按钮，选中零件图被剖切的部分如图 6-22 所示。




图 6-21　图案填充与创建工具栏

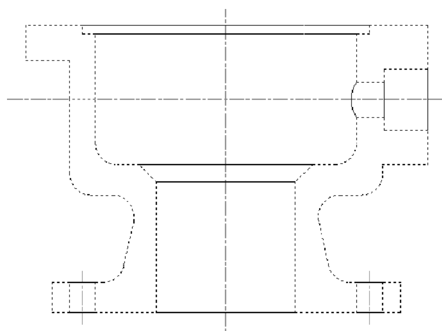


图 6-22　选择填充的轮廓线

3）在图案中选择ANSI31作为填充图案，按回车键，填充效果如图 6-23 所示。

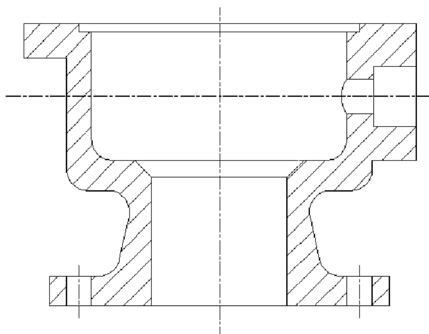


图 6-23　绘制的剖面线

# 第 7 章　表格和注释

表格和注释文字均是 AutoCAD 绘图中重要的图形要素，也是工程图样中必不可少的组成部分，通常用于工程图样中的标题栏、明细表、技术要求、装配说明、加工要求等一些非图形信息的标注。

## 7.1　文字样式

图形中的所有文字都具有与之相关联的文字样式，文字样式是用来控制文字基本形状的一组设置，包括字体、字号、倾斜角度、方向和其他文字特征等，默认文本样式为 STANDARD。输入文字时，程序可以使用当前设置的文字样式。

可以对文字样式进行定制，也可以对已有样式进行修改。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【格式】|【文字样式】。

2）功能区：选择【注释】选项卡|【文字】面板|【管理文字样式】。

3）工具栏：【文字】工具栏|【文字样式】按钮。

4）命令行：STYLE。

执行命令后，打开【文字样式】对话框，如图 7-1 所示。




图 7-1 【文字样式】对话框

## 7.2　文本标注

可以使用多种方法创建文字，对简短的输入项使用“TXET”命令创建单行文字，对带有内部格式的较长输入项使用“MTXET”命令创建多行文字。标注或公差中包含的文字是使用标注命令创建的，还可以创建带引线的多行文字。

### 7.2.1　单行文字

对于不需要多种字体或多行的简短项，可以创建单行文字，单行文字对于标签非常

方便。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【绘图】|【单行文字】。

2）功能区：选择【注释】选项卡|【文字】面板|【单行文字】。

3）功能区：单击【常用】选项卡 |【注释】面板|【单行文字】按钮。

4）命令行：TEXT。

命令窗口将显示以下提示：

*当前文字样式："Annotative"*

*文字高度：2.5000 注释性：是*

*指定文字的起点或［对正(J)/样式(S)］：//指定文字起点*

*指定图纸高度 <2.5000>：//指定图纸高度*

*指定文字的旋转角度 <0>：//指定文字旋转角度*

### 7.2.2　多行文字

对于较长、较为复杂的内容，可以创建多行或段落文字，多行文字是由任意数目的文字行或段落组成的，布满指定的宽度，还可以沿垂直方向无限延伸。无论行数是多少，单个编辑任务中创建的每个段落集将构成单个对象，用户可对其进行移动、旋转、删除、复制、镜像或缩放操作。多行文字的编辑选项比单行文字多，创建多行文字的方法如下。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【绘图】|【多行文字】。

2）功能区：选择【注释】选项卡|【文字】面板|【多行文字】。

3）功能区：单击【常用】选项卡 |【注释】面板|【多行文字】按钮。

4）命令行：MTEXT。

命令窗口将显示以下提示：

*当前文字样式："Annotative"*

*文字高度：2.5000 注释性：是*

*指定第一角点：//输入点坐标或单击图中相应位置来指定放置多行文字的矩形区域的第一个角点*

*指定对角点或［高度(H)/对正(J)/行距(L)/旋转(R)/样式(S)/宽度(W)/栏(C)］：//直接在屏幕上取点作为矩形框的第二个角点*

这时，AutoCAD 以这两个点为对角点形成一个矩形区域，其宽度作为将来要标注的多行文本的宽度，而且第一个角点作为第一行文本顶线的起点，响应后打开如图 7-2 所示的文字编辑器和文字输入窗口，对多行文本及其格式进行设置。

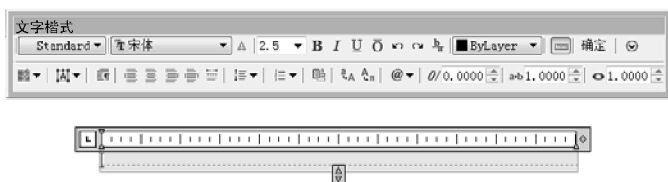



图 7-2　文字编辑器

如果要使用文字样式而非默认样式，在功能区上依次单击【注释】选项卡【文字】面板，从下拉列表中选择所需的文字样式。

要保存更改并退出编辑器，可使用以下方法：

- 在 MTEXT 功能区上选项卡的【关闭】面板中，单击【关闭文字编辑器】。

- 或者单击编辑器外部的图形。
- 或者按 CTRL + ENTER 组合键。

## 7.3　编辑文本

### 7.3.1　更改文字

无论是使用 TEXT、MTEXT 还是 MLEADER 创建的文字，都可以像其他对象一样进行修改。可以移动、旋转、删除和复制它，可以在特性选项板中更改文字特性，也可以编辑现有文字的内容和创建它的镜像图像。

**1. 编辑单行文本**

1）菜单栏：选择菜单栏中【修改】|【对象】|【文字】|【编辑】。

2）快捷菜单：选择文字对象，在绘图区域中单击鼠标右键，然后单击【编辑】。

3）工具栏：【文字】工具栏 |【编辑】。

4）定点设备：双击文字对象。

5）命令行：DDEDIT。

**2. 编辑多行文字**

1）菜单栏：选择菜单栏中【注释】|【多行文字】。

2）单击选中多行文字，右击【编辑多行文字】 编辑多行文字(I)...。

3）命令行：MTEDIT。

**3.“PROPERTIES”命令**

1）菜单栏：选择菜单栏中【视图】|【选项板】。

2）功能区：依次单击【视图】选项卡 |【选项板】面板 |【特性】。

3）快捷方式：选择文字对象，单击右键，弹出快捷菜单，单击【特性】。

4）命令行：PROPERTIES。

弹出特征工具栏如图 7-3 所示，可对文字的对正、行间距、宽度、旋转等各种特性进行修改。

- 可以使用 DDEDIT 和 PROPERTIES 更改单行文字，如果只需要更改文字的内容而无需更改文字对象的格式或特性，则使用 DDEDIT；如果要更改内容、文字样式、位置、方向、大小、对正和其他特性，则使用 PROPERTIES。
- 文字对象还具有夹点，可用于移动、缩放和旋转。文字对象在基线左下角和对齐点有夹点。



图 7-3　特征工具栏

### 7.3.2　查找和替换文字

使用“ FIND”命令可以轻松查找和替换文字。

1）功能区：选择【注释】选项卡｜【文字】面板｜【查找文字】。

2）命令行：FIND。

执行命令后，打开【查找和替换】对话框，如图 7-4 所示。




图 7-4 【查找和替换】对话框

- 要搜索和替换文字，使用 FIND，替换的只是文字内容，字符格式和文字特性不变。
- 在三维环境中搜索文字时，视口将临时更改为二维视口，这样文字就不会被图形中的三维对象遮挡。
- 使用“ FIND ”命令时，可以在搜索中使用通配符。

### 7.3.3 拼写检查

文字输入图形中时可以检查所有文字的拼写，也可以指定已使用的特定语言的词典并自定义和管理多个自定义拼写词典。

1）功能区：选择【注释】选项卡｜【文字】面板｜【拼写检查】。

2）命令行：SPELL。

## 7.4 创建和修改表格

表格要用于展示与图形相关的标准、数据信息、材料信息等内容，可以利用 AutoCAD 提供的表格功能，创建符合当前制图需要的表格。

### 7.4.1 创建空的表格对象

1）菜单栏：选择标准菜单栏中的【绘图】|【表格】。

2）功能区：选择【常用】选项卡｜【注释】面板｜【表格】按钮。

3）命令行：TABLE。

执行上述操作后，将显示【插入表格】对话框，如图 7-5 所示。

- 【表格样式】：通过单击下拉列表旁边的按钮，用户可以选择表格样式或创建新的表格样式。
- 【插入选项】：指定插入表格的方式。其中“指定插入点”用于指定表格左上角的位置。“指定窗口”用于指定表格的大小和位置。
- 【列和行的设置】：设置列和行的数目和大小。
- 【设置单元样式】：指定新表格中行的单元格式。

在【插入表格】对话框中进行相应设置后，单击 确定 按钮，系统在指定的插入点

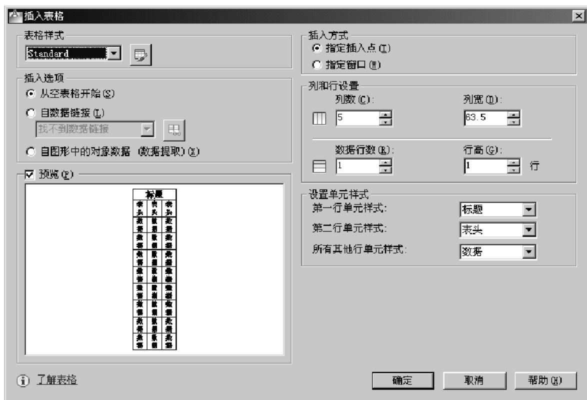



图 7-5　【插入表格】对话框

或窗口自动插入一个空表格。并打开文字编辑器，如图 7-6 所示，用户可以逐行逐列输入相应的文字或数据。



图 7-6　文字编辑器

## 7.4.2　使用表格样式

表格的外观由表格样式控制。用户可以使用默认表格样式 STANDARD，也可以创建自己的表格样式。表格样式可以在每个类型的行中指定不同的单元样式，可以为文字和网格线显示不同的对正方式和外观。

创建新的表格样式时，可以指定一个起始表格。起始表格是图形中用作设置新表格样式样例的表格。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中的【格式】|【表格样式】命令。

2）工具栏：单击【工具】|【工具栏】|【AutoCAD】|勾选【样式】，显示【样式】工具栏，如图 7-7 所示，单击【表格样式】按钮。




图 7-7　【样式】工具栏

3）功能区：选择【注释】选项卡|【表格】面板|【表格样式】Standard，或者单击【常用】选项卡 |【注释】面板|【表格样式】按钮。

4）命令行：TABLESTYLE。

执行上述操作后，将显示【表格样式】对话框用于指定当前表格样式以确定所有新表格的外观，如图 7-8 所示，表格样式包括背景颜色、页边距、边界、文字和其他表格特征的设置。

**1. 新建表格样式**

1）在【表格样式】对话框中单击【新建】按钮，则打开【创建新的表格样式】对话框，如图 7-9 所示。

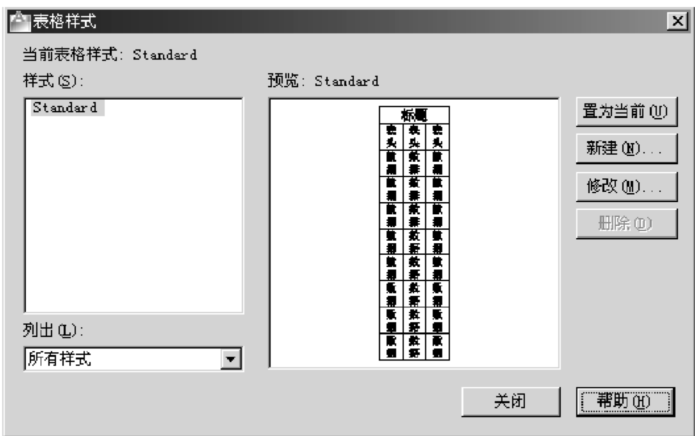



图 7-8　【表格样式】对话框




图 7-9　【创建新的表格样式】对话框

2）在对话框中输入要新建的样式名称，按【继续】按钮，打开【新建表格样式】对话框，该对话框用于定义新的表格样式或修改现有表格样式，如图 7-10 所示。




图 7-10　【新建表格样式】对话框

- 起始表格：使用户可以在图形中指定一个表格用作样例来设置此表格样式的格式。
- 单元样式：定义新的单元样式或修改现有单元样式。“单元样式”中的【常规】、【文字】和【边框】选项卡：设置数据单元、单元文字和单元边框的外观等。

3）对新建的样式各选项设置完成后，按【确定】按钮，并返回表格样式对话框。

4）对需要的表格样式置为当前，按【关闭】按钮，退出表格样式对话框。

**2. 从现有表格创建表格样式**

1）单击表格网格线以选中该表格。

2）单击鼠标右键，然后依次单击【表格样式】|【另存为新表格样式】。

**3. 从现有单元创建单元样式**

1）在单元内单击以从中创建单元样式。

2）单击鼠标右键，然后依次单击【单元样式】|【另存为新单元样式】。

**4. 将新的表格样式应用到表格**

1）单击网格线以选中该表格。

2）单击鼠标右键，然后选择【表格样式】。

3）在弹出的“表格样式”对话框中，从列表中选择表格样式。新的表格样式将应用于表格中。

### 7.4.3　表格编辑

**1. 修改表格单元**

单击表格单元，则单元边框的中央将显示夹点，如图 7-11 所示。在另一个单元内单击可以将选中的内容移到该单元。拖动单元上的夹点可以使单元及其列或行更宽或更小，如图 7-12 所示。

| | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 实验数据 | | | | |
| 2 | 第一次实验 | 第二次实验 | 第三次实验 | 第四次实验 | 第五次实验 |
| 3 | 98 | 78 | 87 | 98 | 93 |
| 4 | 94 | 89 | 88 | 96 | 79 |
| 5 | 87 | 88 | 78 | 95 | 80 |
| 6 | 90 | 90 | 99 | 82 | 98 |
| 7 | 86 | 96 | 96 | 90 | 89 |

图 7-11　选中表格单元

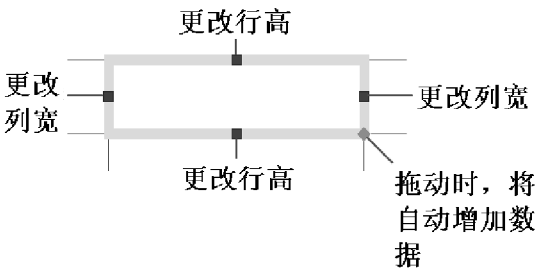



图 7-12　修改表格单元

如果功能区处于活动状态时，单击表格单元，则显示“表格”功能区上下文选项卡。如果功能区未处于活动状态，则将显示“表格”工具栏，如图 7-13 所示。

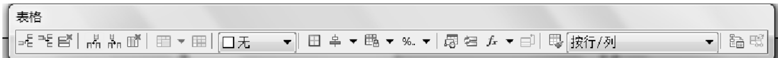



图 7-13　表格工具栏

使用此工具栏，可以执行插入和删除行和列、合并和取消合并单元、匹配单元样式、改变单元边框的外观、编辑数据格式和对齐、锁定和解锁编辑单元、插入块、字段和公式、创建和编辑单元样式和将表格链接至外部数据。选择单元后，也可以单击鼠标右键，然后使用快捷菜单上的选项插入或删除列和行、合并相邻单元或进行其他更改。

**2. 表格文字编辑**

1）快捷方式：选择表格单元后，单击鼠标右键并单击【编辑文字】命令。

2）定点设备：在表格单元内双击。

3）拾取表格单元：在表格单元内单击，然后输入文字或者使用“文字格式”工具栏或“选项”快捷菜单进行修改。

4）命令行：TABLEDIT。

输入或编辑文字时，单元的行高会加大以适应输入文字的行数，按【Tab】键移动到下一个单元，或使用箭头键向左、向右、向上和向下移动。

**3. 表格单元中插入字段**

1）在表格单元内双击。

2）在“表格”工具栏上，单击“插入字段”，或按【Ctrl + F】组合键，如图 7-14 所示，出现【字段】对话框。

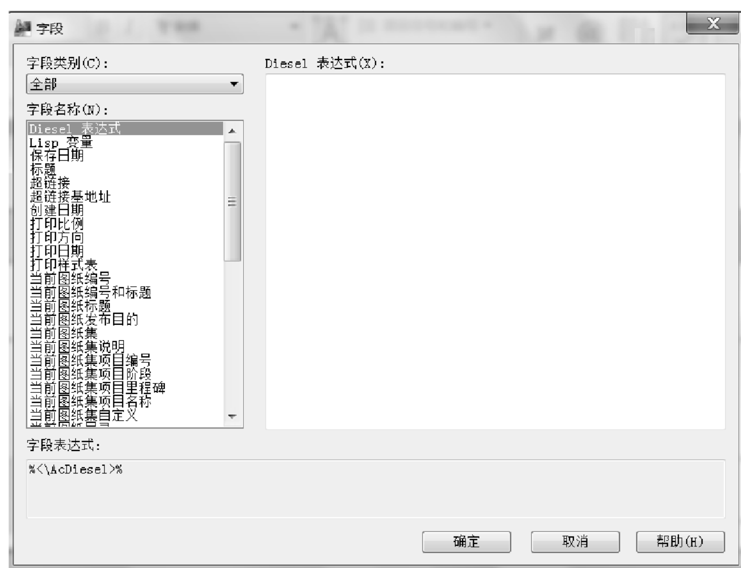



图 7-14 【字段】对话框

3）在【字段】对话框中，选择“字段类别”列表格中的类别以显示该类别中的字段名。

4）选择一个字段并选择可用于该字段的格式或其他选项。

5）单击【确定】。

**4. 表格单元中插入块**

1）选择一个单元，单击鼠标右键。依次单击【插入点】|【块】，如图 7-15 所示，出现【在表格单元中插入块】对话框。

2）从图形的块列表格中选择块，或单击【浏览】查找其他图形中的块。

3）指定块的比例、旋转角度等特性。

4）单击【确定】。

**5．表格单元中使用公式**

表格单元可以包含使用其他表格单元中的值进行计算的公式。公式中，可以通过单元的列字母和行号引用单元。例如，表格中左上角的单元为 A1，合并的单元使用左上角单元的编号。单元的范围由第一个单元和最后一个单元定义，并在它们之间加一个冒号。例如，范围 A5∶C10 包括第 5 行到第 10 行 A、B 和 C 列中的单元。




图 7-15　【在表格单元中插入块】对话框

公式必须以等号（=）开始。用于求和、求平均值和计数的公式将忽略空单元以及未解析为数值的单元。如果在算术表达式中的任何单元为空，或者包含非数字数据，则其他公式将显示错误（#）。

1）在表格单元内单击，选择要放置公式的表格单元，屏幕将显示“表格工具栏”，在“表格”工具栏上，单击以下选项之一：【插入公式】 fx ▾ |【均值】、【求和】、【计数】、【单元】或【方程式】。

2）按照提示进行操作。如果需要，编辑此公式。

3）单击编辑器外的图形，保存更改并退出编辑器。

## 7.5　典型实例——绘制标题栏

本节以标题栏的绘制过程为例，介绍文字和表格命令的运用，如图 7-16 所示。

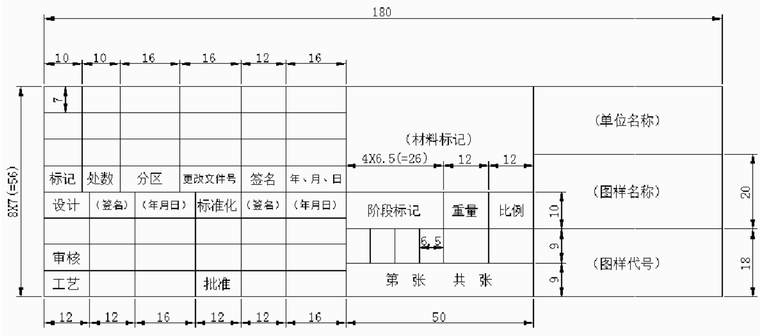



图 7-16　标题栏

| | | |
|---|---|---|
| | 完成模型 | 配套光盘 \ 7 \ 完成 \ 7.5.DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘 \ 7 \ 录屏 \ 7.5.AVI |

**1. 绘制 4 行 6 列的表格**

1）将“细实线”设置为当前图层。单击【绘图】工具栏|【表格】按钮，屏幕上弹出如图 7-17 所示【插入表格】对话框。

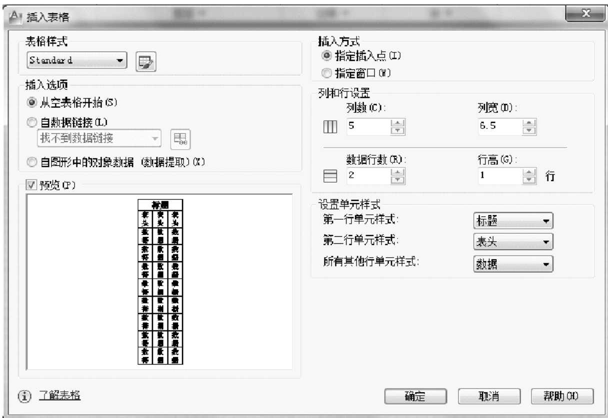


图 7-17 【插入表格】对话框

2）单击表格样式后的【启动表格样式对话框】按钮，屏幕上弹出如图 7-18 所示【表格样式】对话框。

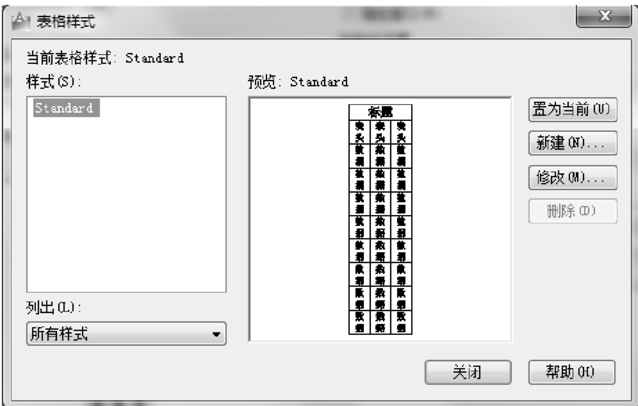



图 7-18 【表格样式】对话框

3）单击右侧的【修改】按钮，屏幕上弹出【修改表格样式】对话框，在【单元样式】下拉列表框中选择【表头】。

4）单击【常规】标签，切换到【常规】选项卡，在【对齐】下拉列表框中选择【正中】，将水平页边距的值改为 0，如图 7-19 所示。单击【文字】标签，切换到【文字】选项卡，在【文字样式】下拉列表框中选择【Standard】，将文字的高度改为 3。

5）在【单元样式】下拉列表框中选择【数据】。设置数据的常规特性、页边距、文字特性与表头的相同。

6）单击确定按钮，回到【表格样式】对话框，单击【置为当前】按钮，将修改过的表格样式置为当前的表格样式，关闭窗口，回到【插入表格】对话框。

7）在行和列设置下将列数改为 6，列宽改为 10，数据行数改为 3，行高改为 1，在设置




图 7-19　【修改表格样式】对话框

单元格式下【第一行单元格式】下拉列表中选择【标题】，在【第二行单元格式】下拉列表中选择【数据】，在【所有其他行单元格式】下拉列表中选择【数据】。

8）单击【确定】按钮，在图纸合适位置插入表格，如图 7-20 所示。

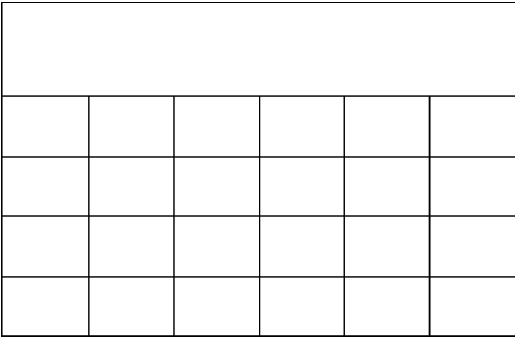


图 7-20　绘制的表格

9）因绘制的表格没有标题，选中标题所在单元格，单击鼠标右键，选择【行】|【删除】命令，将标题所在单元格删除，得到一个 4 行 6 列的表格，用同样方法再绘制一个同样的表格，如图 7-21 所示。

**2. 更改表格的列宽**

1）单击左边的表格，此时在表格上会出现多个可以编辑的点，如图 7-22 所示，通过移动这些点可以改变表格的列宽、大小及位置等。

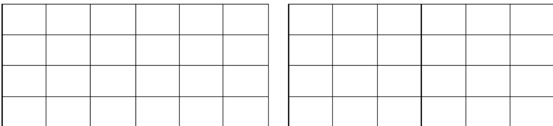


图 7-21　绘制的表格

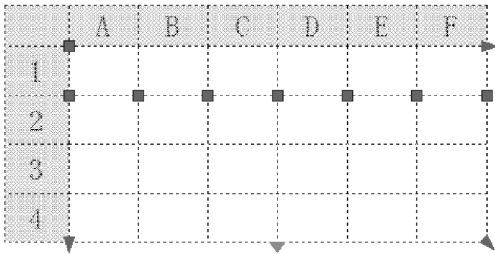



图 7-22　夹点编辑

2）单击状态栏的【正交】按钮，启用正交模式，单击第一行和第二行之间最右侧的点，向右移动光标，在命令行输入 20，将整个表格的宽度由原来的 60 改为 80。

3）单击右侧的第二个点，向右移动 14，将最右侧的列宽改为 16，依此类推，最左侧的

点不动，依次将从右侧数第三、四个点分别向右移动 12、6，如图 7-23 所示。

4）单击右边的表格，此时在表格上会出现多个可以编辑的点，保持最左侧的点不动，依次将从右侧数第一、二、三、四、五、六个点分别向右移动 20、14、12、10、4、2，如图 7-24 所示。

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

图 7-23　更改列宽

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

图 7-24　更改列宽

**3. 填入文字。**

1）在左侧表格的最下面一行依次填入文字“标记”、“处数”、“分区”、“更改文件号”、“签名”、“年、月、日”，如图 7-25 所示。

2）在右侧表格的第一行依次填入文字“设计”、(签名)”、“（年月日)”、“标准化”、“（签名)”、“（年月日)”。将文字“审核”、“工艺”、“批准”填入表格合适位置，如图 7-26所示。

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 标记 | 处数 | 分区 | 更改文件号 | 签名 | 年、月、日 |

图 7-25　填入的文字

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 设计 | （签名） | （年月日） | 标准化 | （签名） | （年月日） |
| | | | | | |
| 审核 | | | | | |
| 工艺 | | | 批准 | | |

图 7-26　填入的文字

3）用鼠标右键单击状态栏的【对象捕捉】按钮，选中端点。单击【修改】工具栏 |【移动】按钮，捕捉右边表格左上角的端点并单击，然后捕捉左边表格左下角的端点并单击，将右侧的表格移动到左侧表格下并对齐，如图 7-27 所示。

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 标记 | 处数 | 分区 | 更改文件号 | 签名 | 年、月、日 |
| 设计 | （签名） | （年月日） | 标准化 | （签名） | （年月日） |
| | | | | | |
| 审核 | | | | | |
| 工艺 | | | 批准 | | |

图 7-27　合并两个表格

**4. 绘制 4 行 8 列的表格**

1）单击【绘图】工具栏 |【表格】按钮，屏幕上弹出插入表格对话框，单击表格样式

后的【启动表格样式对话框】按钮，屏幕上弹出表格样式对话框。单击右侧的【新建】按钮，屏幕上弹出如图 7-28 所示，【创建新的表格样式】对话框。

2）在新样式名下的文本框内填入【表格】，单击【继续】按钮，屏幕上弹出如图 7-29所示【新建表格样式】对话框。




图 7-28　【创建新的表格样式】对话框

3）在【单元样式】下拉列表框中选择【表头】。单击【常规】标签，切换到【常规】选项卡，在【对齐】下拉列表框中选择【正中】，将水平页边距的值改为 0，单击【文字】标签。切换到【文字】选项卡，在【文字样式】下拉列表框中选择【Standard】，将文字的高度改为 5. 25，如图 7-30 所示。




图 7-29　【新建表格样式】对话框




图 7-30　表头的文字特性设置

4）在【单元样式】下拉列表框中选择【数据】，设置数据的常规特性、页边距与表头的相同。单击【文字】标签，切换到【文字】选项卡，将文字的高度改为4. 5，如图 7-31 所示。




图 7-31　数据的文字特性设置

5）在【单元样式】下拉列表框中选择【标题】，设置数据的常规特性、页边距与表头的相同，单击【文字】标签，切换到【文字】选项卡，将文字的高度改为 18.75，如图7-32 所示。




图 7-32　标题的文字特性设置

6）单击【确定】按钮，回到【表格样式】对话框，单击【置为当前】按钮，将修改过的表格样式置为当前的表格样式，关闭窗口，回到【插入表格】对话框。在行和列设置下将列数改为 5，列宽改为 6.5，数据行数改为 2，行高改为 1，在设置单元格式下【第一行单元格式】下拉列表中选择【标题】，在【第二行单元格式】下拉列表中选择【表头】，在【所有其他行单元格式】下拉列表中选择【数据】，如图 7-33 所示。

7）单击【确定】按钮，捕捉之前绘制表格右上角的端点，单击插入表格，如图 7-34 所示。

**5. 更改列宽及合并单元格**

1）单击左边的表格，此时在表格上会出现多个可以编辑的点，单击第一行和第二行之

图 7-33　插入表格对话框

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 标记 | 处数 | 分区 | 更改文件号 | 签名 | 年、月、日 |
| 设计 | （签名） | （年月日） | 标准化 | （签名） | （年月日） |
| | | | | | |
| 审核 | | | | | |
| 工艺 | | | 批准 | | |

图 7-34　插入的表格

间最右侧的点，向右移动光标，在命令行输入 17.5，将整个表格的宽度由原来的 32.5 改为 50。

2）选中绘制表格最下面一行的单元格，单击鼠标右键，选择【合并】|【按行】命令，将最后一行的单元格合并为一个单元格，如图 7-35 所示。

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 标记 | 处数 | 分区 | 更改文件号 | 签名 | 年、月、日 |
| 设计 | （签名） | （年月日） | 标准化 | （签名） | （年月日） |
| | | | | | |
| 审核 | | | | | |
| 工艺 | | | 批准 | | |

图 7-35　合并的单元格

3）同样方法将第二行左侧四个单元格合并。单击【绘图】工具栏|【直线】按钮，在右侧第二行和第三行，绘制一条竖直的直线，将原来的一列单元格隔为两列，如图 7-36 所示。

**6. 填入文字**

在表格的第一行填入文字“（材料标记）”，在表格的第二行填入文字“阶段标记”、重

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 标记 | 处数 | 分区 | 更改文件号 | 签名 | 年、月、日 | | | |
| 设计 | （签名） | （年月日） | 标准化 | （签名） | （年月日） | | | |
| | | | | | | | | |
| 审核 | | | | | | | | |
| 工艺 | | | 批准 | | | | | |

图 7-36　合并的单元格

量”、“比例”，在表格的第三行填入文字“共　张　第　张”。为了保持格式统一，将所有填入的文字大小改为 2.5，如图 7-37 所示。

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | （材料标记） | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 标记 | 处数 | 分区 | 更改文件号 | 签名 | 年、月、日 | | | |
| 设计 | （签名） | （年月日） | 标准化 | （签名） | （年月日） | 阶段标记 | 重量 | 比例 |
| | | | | | | | | |
| 审核 | | | | | | | | |
| 工艺 | | | 批准 | | | 第　张　共　张 | | |

图 7-37　填入的文字

**7. 绘制 3 行 1 列的表格**

1）单击【绘图】工具栏 |【表格】按钮，屏幕上弹出插入表格对话框，单击表格样式后的“启动表格样式对话框”按钮，屏幕上弹出表格样式对话框。单击右侧的【新建】按钮，屏幕上弹出创建新的表格样式对话框。

2）在新样式名下的文本框内填入“表格 2”，单击【继续】按钮，屏幕上弹出如图 7-38所示【新建表格样式】对话框。




图 7-38　【新建表格样式】对话框

3）在【单元样式】下拉列表框中选择【标题】。单击【常规】标签。切换到【常规】选项卡，在【对齐】下拉列表框中选择【正中】，将水平页边距的值改为 0，单击【文字】标签，切换到【文字】选项卡，在【文字样式】下拉列表框中选择【Standard】，将文字的高度改为 11. 25，如图 7-39 所示。




图 7-39　标题文字特性的设置

4）在【单元样式】下拉列表框中选择【表头】。设置数据的常规特性、页边距与标题的相同，单击【文字】标签。切换到【文字】选项卡，将文字的高度改为 12. 75，如图7-40 所示。




图 7-40　表头文字特性的设置

5）在【单元样式】下拉列表框中选择【数据】。设置数据的常规特性、页边距与标题的相同，单击【文字】标签，切换到【文字】选项卡，将文字的高度改为 11. 25，如图7-41 所示。

6）单击【确定】按钮。回到【表格样式】对话框，单击【置为当前】按钮，将修改过的表格样式置为当前的表格样式，关闭窗口，回到插入表格对话框。

图 7-41　数据文字特性的设置

7）在行和列设置下将列数改为 1，列宽改为 50，数据行数改为 1，行高改为 1。在设置单元格式下【第一行单元格式】下拉列表中选择【标题】，在【第二行单元格式】下拉列表中选择【表头】，在【所有其他行单元格式】下拉列表中选择【数据】，如图 7-42 所示。

图 7-42　【插入表格】对话框

8）单击【确定】按钮，捕捉之前绘制表格右上角的端点，单击插入表格，如图 7-43 所示。

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | （材料标记） | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 标记 | 处数 | 分区 | 更改文件号 | 签名 | 年、月、日 | | | | |
| 设计 | （签名） | （年月日） | 标准化 | （签名） | （年月日） | 阶段标记 | 重量 | 比例 | |
| | | | | | | | | | |
| 审核 | | | | | | | | | |
| 工艺 | | | 批准 | | | 第　张　共　张 | | | |

图 7-43　绘制的表格

9）在表格的第一行填入文字“（单位名称）”，表格的第二行填入文字“（图样名称）”，表格的第三行填入文字“（图样代号）”。为了保持格式统一，将所有填入的文字大小改为

2. 5。标题栏绘制完成，如图 7-44 所示。

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | （材料标记） | | | （单位名称） |
| | | | | | | | | | |
| 标记 | 处数 | 分区 | 更改文件号 | 签名 | 年、月、日 | | | | （图样名称） |
| 设计 | （签名） | （年月日） | 标准化 | （签名） | （年月日） | 阶段标记 | 重量 | 比例 | |
| | | | | | | | | | |
| 审核 | | | | | | | | | （图样代号） |
| 工艺 | | | 批准 | | | 第　张　共　张 | | | |

图 7-44　绘制完成

# 第 8 章　尺 寸 标 注

尺寸标注是绘图设计工作中相当重要的一个环节，因为绘制图形的根本目的是反映对象的形状，并不能表达清楚图形的设计意图，而图形中各个对象的真实大小和相互位置只有经过尺寸标注后才能确定。AutoCAD 包含了一套完整的尺寸标注命令和实用程序，可以轻松完成图纸中要求的尺寸标注。

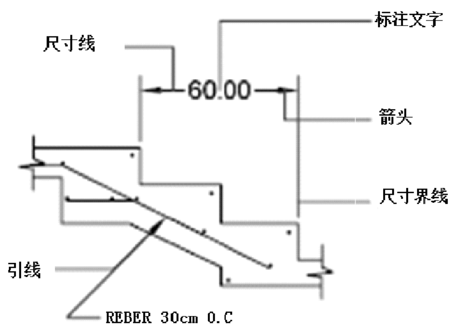



图 8-1　尺寸组成图

AutoCAD 中，一个完整的尺寸由尺寸线、尺寸界线、标注文字和箭头 4 部分组成，如图 8-1 所示。

AutoCAD 2012 尺寸标注类型包括线性标注、径向标注（半径、直径和折弯）、角度标注、坐标标注、弧长标注，线性标注可以是水平、垂直、对齐、旋转、基线或连续（链式），如图 8-2 所示。

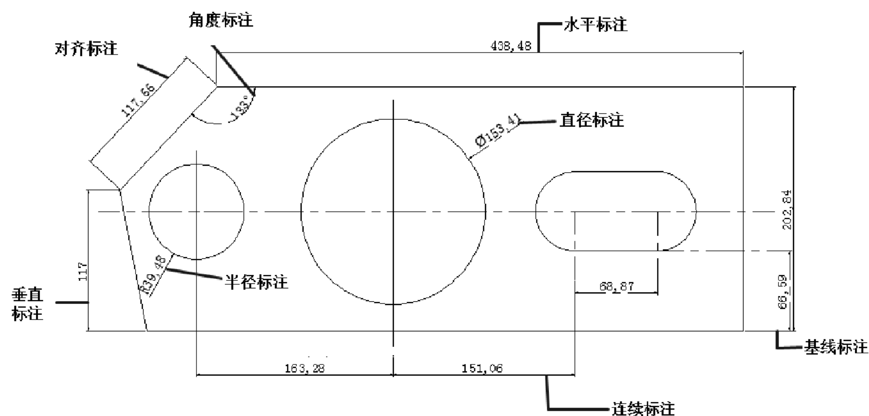



图 8-2　尺寸标注类型图

## 8.1　尺寸样式

尺寸标注样式用于设置尺寸标注的具体格式，如尺寸文字采用的样式、尺寸线、尺寸界线以及尺寸箭头的标注设置等，以满足不同行业或不同国家的尺寸标注要求。新建或修改尺寸样式方法如下：

1）菜单栏：标准菜单栏中【格式】或【标注】|【标注样式】。

2）功能区：选择【注释】选项卡|【标注】面板|【标注样式】菜单。

3）工具栏：样式。

4）命令行：DIMSTYLE。

执行上述操作后，系统将显示【标注样式管理器】，如图 8-3 所示，此时可创建新样

式、设定当前样式、修改样式、设定当前样式的替代以及比较样式。

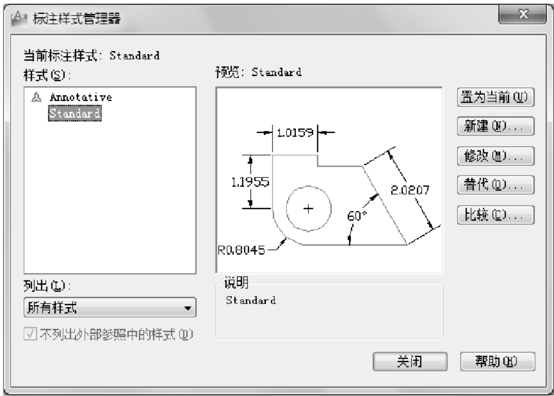



图 8-3 【标注样式管理器】

单击【新建】按钮，显示【创建新标注样式】对话框，如图 8-4 所示，从中可以定义新的标注样式。

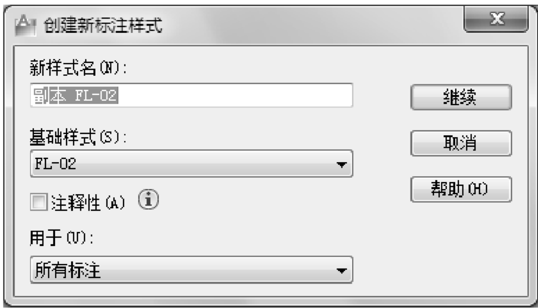



图 8-4 【创建新标注样式】对话框

单击【继续】按钮，出现【新建标注样式】对话框，可以定义新的标注样式特性。

**1. 【线】选项卡**

该选项卡用于设定尺寸线和尺寸界线的格式和特性，如图 8-5 所示。




图 8-5 【新建标注样式】对话框

**2.【符号和箭头】选项卡**

该选项卡用于设定箭头、圆心标记、弧长符号和折弯半径标注的格式和位置，如图 8-6 所示。

其中【半径折弯标注】选项组用于控制折弯（Z 字形）半径标注的显示。折弯半径标

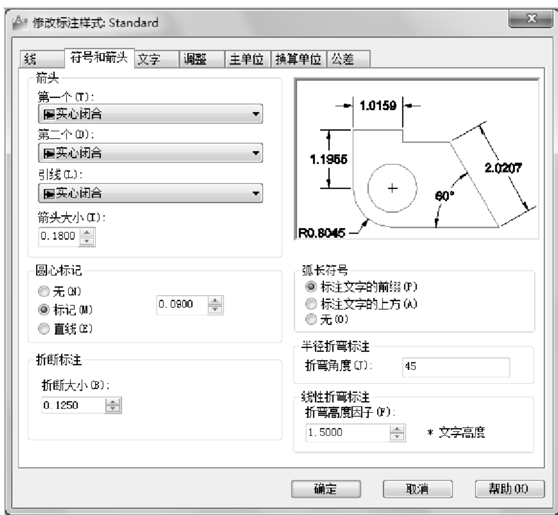



图 8-6　【符号和箭头】选项卡

注通常在圆或圆弧的圆心位于页面外部时创建，如图 8-7 所示。

【线性折弯标注】选项组用于控制线性标注折弯的显示，如图 8-8 所示。当标注不能精确表示实际尺寸时，通常将折弯线添加到线性标注中。通常，实际尺寸比所需值小。

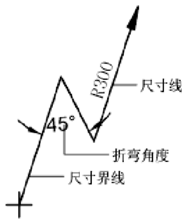



图 8-7　半径折弯标注

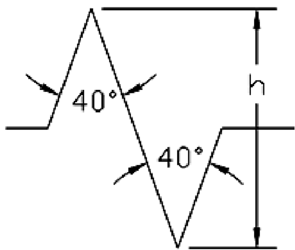



图 8-8　线性折弯标记

**3. 【文字】选项卡**

如图 8-9 所示，该选项卡用于设定标注文字的格式、放置和对齐。

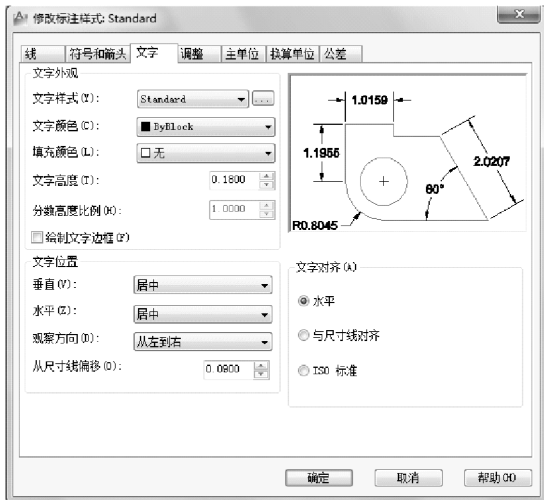



图 8-9　【文字】选项卡

**4. 【调整】选项卡**

如图 8-10 所示，该选项卡用于控制标注文字、箭头、引线和尺寸线的放置。

**5. 【主单位】选项卡**

如图 8-11 所示，该选项卡用于设定主标注单位的格式和精度，并设定标注文字的前缀和后缀。




图 8-10　【调整】选项卡

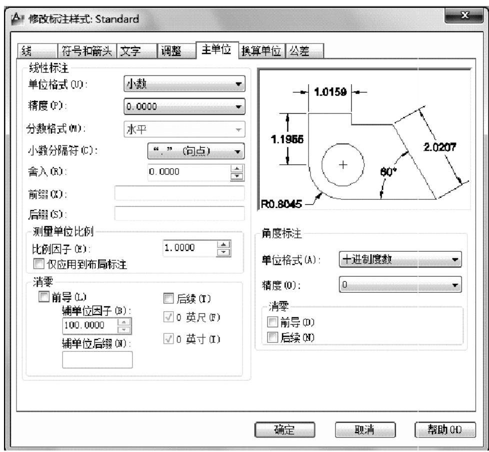



图 8-11　【主单位】选项卡

(1)【线性标注】选项组设定线性标注的格式和精度

- 前缀：在标注文字中包含前缀，可以输入文字或使用控制代码显示特殊符号。例如，输入控制代码 %%c 显示直径符号，如图 8-12 所示。
- 后缀：在标注文字中包含后缀，可以输入文字或使用控制代码显示特殊符号。例如，在标注文字中输入 mm 的结果，如图 8-13 所示。

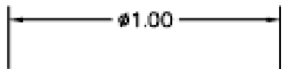



图 8-12　线性标注前缀示意图




图 8-13　线性标注后缀示意图

(2)【消零】选项组控制是否省略标注尺寸时的 0

- 前导：不输出所有十进制标注中的前导零。例如，0.5000 变为 .5000。选择前导以启用小于一个单位的标注距离的显示（以辅单位为单位）。
- 后续：不输出所有十进制标注的后续零。例如，12.5000 变成 12.5，30.0000 变成 30。
- 辅单位因子：将辅单位的数量设定为一个单位。它用于在距离小于一个单位时以辅单位为单位计算标注距离。例如，如果后缀为 m 而辅单位后缀为以 cm 显示，则输入 100。
- 辅单位后缀：在标注值子单位中包含后缀。可以输入文字或使用控制代码显示特殊符号。例如，输入 cm 可将 .96m 显示为 96cm。
- 0 英尺：如果长度小于 1 英尺，则消除英尺 – 英寸标注中的英尺部分。例如，0′–6 1/2″变成 6 1/2"。

- 0 英寸：如果长度为整英尺数，则消除英尺－英寸标注中的英寸部分。例如，1′－0″变为 1′。

（3）【角度标注】选项组显示和设定角度标注的当前角度格式

**6. 【换算单位】选项卡**

如图 8-14 所示，该选项卡用于指定标注测量值中换算单位的显示并设定其格式和精度。

**7. 【公差】选项卡**

该选项卡用于指定标注文字中公差的显示及格式，如图 8-15 所示。

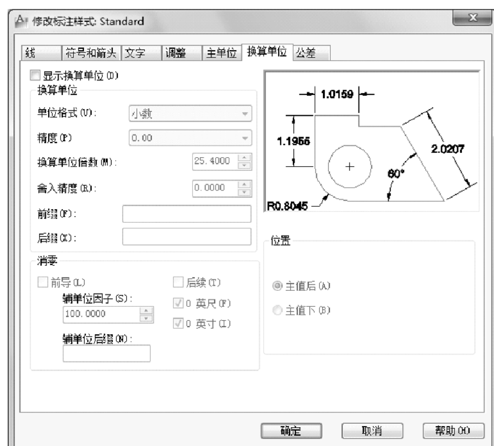


图 8-14　【换算单位】选项卡

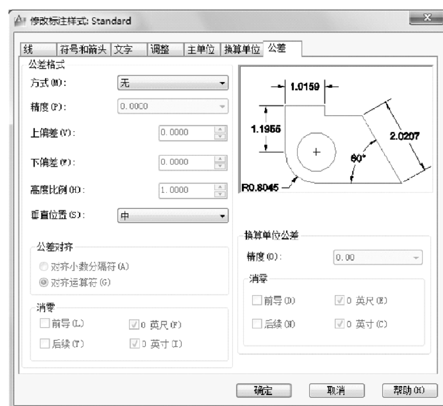


图 8-15　【公差】选项卡

- 方式：设定计算公差的方法。各公差格式如图 8-16 所示。
- 垂直位置：控制对称公差和极限公差的文字与主标注文字的对正关系，如图 8-17 所示。

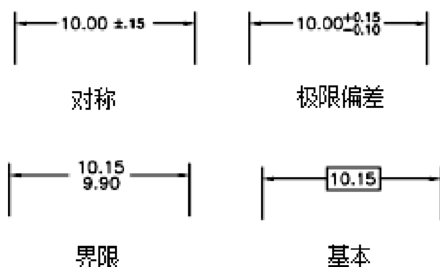



图 8-16　公差标注方式示意图

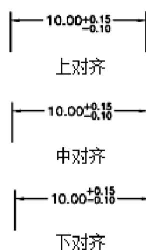



图 8-17　公差垂直位置示意图

## 8.2　尺寸标注

本节重点介绍如何对各种类型的尺寸进行标注。

### 8.2.1　线性标注

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【线性】。

2）功能区：选择【注释】选项卡|【标注】面板|【线性】⊢⊣。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【线性标注】按钮。

4）命令行：DIMLINEAR。

命令窗口将显示以下提示：

*指定第一个尺寸界线原点或 <选择对象>//指定尺寸界线原点或选择要标注的对象*

*指定尺寸线位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)］：//指定点或输入选项。*

- 多行文字（M）：显示在位文字编辑器，可用它来编辑标注文字。
- 角度（A）：修改标注文字的角度。
- 水平（H）：创建水平线性标注。
- 垂直（V）：创建垂直线性标注。
- 旋转（R）：创建旋转线性标注。

如图8-18所示为各种线性标注方式。

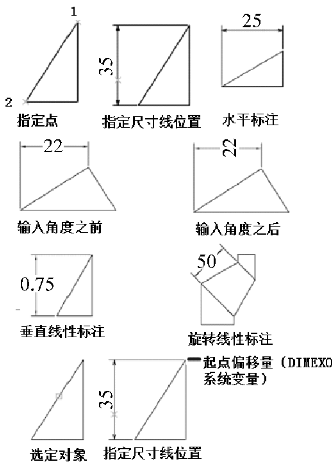



图8-18　线性标注

## 8.2.2　对齐标注

对齐标注可以创建与指定位置或对象平行的标注。

对齐标注中，尺寸线平行于尺寸界线原点连成的直线。如图8-19所示，显示了对齐标注的两个样例，选定对象（1）并指定对齐标注的位置（2）将自动生成尺寸界线。

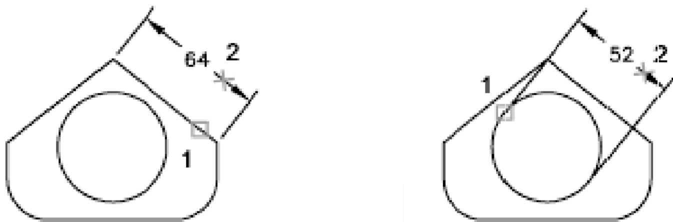



图8-19　对齐标注

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【对齐】。

2）功能区：【注释】选项卡|【标注】面板|【对齐】或者【常用】选项卡|【注释】面板|【对齐】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【对齐】按钮。

4）命令行：DIMALIGNED。

命令窗口将显示以下提示：

*指定第一个尺寸界线原点或 <选择对象>：//指定手动尺寸界线的点，或按【Enter】键以使用自动尺寸界线*

*指定尺寸线位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度(A)］：//指定点或输入选项*

## 8.2.3　坐标尺寸标注

坐标标注测量基准到特征（例如部件上的一个孔）的垂直距离。这些标注通过保持特征与基准点之间的精确偏移量，来避免误差增大。X基准坐标标注沿X轴测量特征点与基

准点的距离。Y 基准坐标标注沿 Y 轴测量距离，如图 8-20 所示。

在创建坐标标注之前，通常要设定 UCS 原点以与基准相符。指定特征位置后，将提示用户指定引线端点。默认情况下，指定的引线端点将自动确定是创建 X 基准坐标标注还是 Y 基准坐标标注。

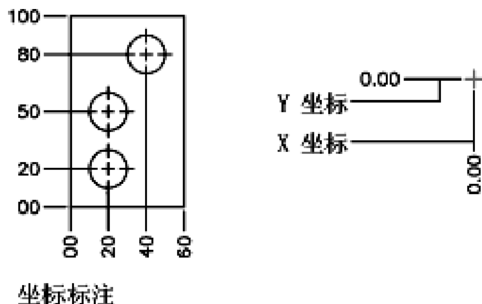


图 8-20　坐标标注

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【坐标】。

2）功能区：【注释】选项卡 |【标注】面板 |【坐标】或【常用】选项卡 |【注释】面板 |【坐标】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【坐标】按钮。

4）命令行：DIMORDINATE。

命令窗口将显示以下提示：

*指定点坐标：//指定点或捕捉对象*

*指定引线端点或［X 基准(X)/Y 基准(Y)/多行文字(M)/文字(T)/角度(A)］：//指定点或输入选项*

- 指定引线端点：使用点坐标和引线端点的坐标差可确定它是 X 坐标标注还是 Y 坐标标注。如果 Y 坐标的坐标差较大，标注就测量 X 坐标。否则就测量 Y 坐标。
- X 基线：测量 X 坐标并确定引线和标注文字的方向。
- Y 基线：测量 Y 坐标并确定引线和标注文字的方向。

### 8.2.4　角度型尺寸标注

角度标注测量两条直线或三个点之间的角度。要测量圆的两条半径之间的角度，可以选择此圆，然后指定角度端点。对于其他对象，需要选择对象然后指定标注位置。还可以通过指定角度顶点和端点标注角度。

角度型尺寸标注可应用于以下几个方面：

- 尺寸线：如果使用两条非平行直线指定角，尺寸线圆弧跨过两条直线间的角度。
- 标注圆和圆弧：如果使用圆弧、圆或三点指定一个角度，程序将在尺寸界线之间绘制尺寸线圆弧，从角的端点到尺寸线圆弧的交点绘制尺寸界线。如图 8-21 所示。

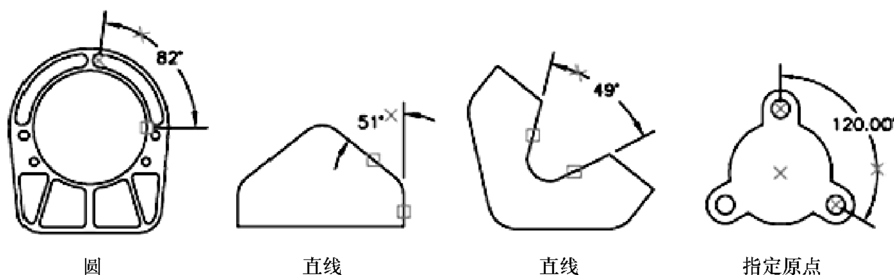


图 8-21　标注圆和圆弧

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【角度】。

2）功能区：【注释】选项卡｜【标注】面板｜【角度】或【常用】选项卡｜【注释】面板｜【角度】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【坐标】按钮。

4）命令行：DIMANGULAR。

命令窗口将显示以下提示：

*选择圆弧、圆、直线或 <指定顶点>：//选择圆弧、圆、直线，或按【 Enter 】键通过指定三个点来创建角度标注*

*指定标注圆弧线位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/象限(Q)］：//指定位置或输入选项*

### 8.2.5　弧长标注

弧长标注用于测量圆弧或多段线圆弧段上的距离。为区别它们是弧长标注还是角度标注，默认情况下，弧长标注将显示一个圆弧符号，如图8-22所示。

圆弧符号（也称为“帽子”或“盖子”）显示在标注文字的上方或前方。放置样式可以在“新建标注样式”/“修改标注样式”对话框的“符号和箭头”选项卡上更改。弧长标注的尺寸界线可以正交或径向（仅当圆弧的包含角度小于90度时才显示正交尺寸界线），如图8-23所示。

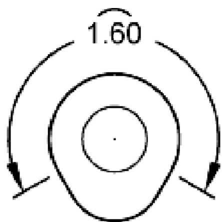



图8-22　弧长标注

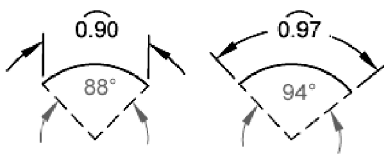



图8-23　弧长标注尺寸界线样式

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【弧长】。

2）功能区：【注释】选项卡｜【标注】面板｜【弧长】或【常用】选项卡｜【注释】面板｜【弧长】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【弧长】按钮。

4）命令行：DIMARC。

命令窗口将显示以下提示：

*选择圆弧或多段线圆弧：//使用对象选择方法*

*指定弧长标注位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度A)/部分(P)/引线(L)］：//指定点或输入选项*

### 8.2.6　直径标注

直径标注使用可选的中心线或中心标注测量圆弧和圆的直径。直径标注和半径标注的应用类似。

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【直径】。

2）功能区：【注释】选项卡｜【标注】面板｜【直径】或【常用】选项卡｜【注释】面板｜【直径】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【直径】按钮。

4）命令行：DIMDIAMETER（为圆或圆弧创建直径标注）。

命令窗口将显示以下提示：

*选择圆弧或圆：*

*指定尺寸线位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度(A)］：//指定点或输入选项*

### 8.2.7　半径标注

半径标注如图 8-24 所示。

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【半径】。

2）功能区：【注释】选项卡|【标注】面板|【半径】或【常用】选项卡|【注释】面板|【半径】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【半径】按钮。

4）命令行：DIMRADIUS。

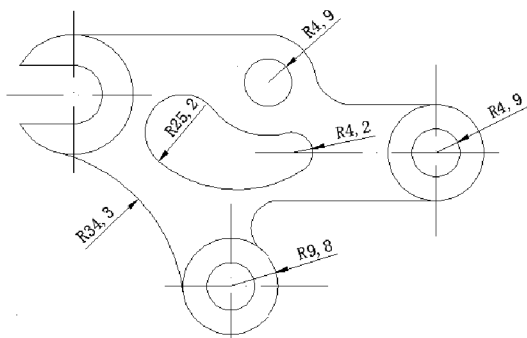



图 8-24　半径标注

命令窗口将显示以下提示：

*选择圆弧或圆：*

*指定尺寸线位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度(A)］：//指定点或输入选项*

### 8.2.8　折弯标记

圆弧或圆的中心位于布局外部，且无法在其实际位置显示时，通过“DIMJOGGED”命令可以创建折弯半径标注，也称为“缩放的半径标注”，如图 8-25 所示。

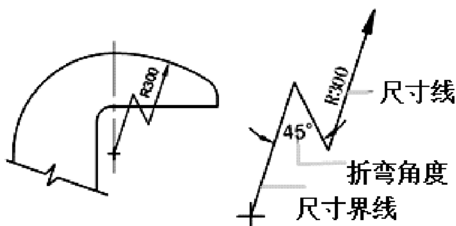



图 8-25　折弯标记

可以在【新建标注样式】/【修改标注样式】对话框的【符号和箭头】选项卡中的【半径标注折弯】下控制折弯的默认角度。

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【折弯】。

2）功能区：【注释】选项卡|【标注】面板|【折弯】或【常用】选项卡|【注释】面板|【折弯】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【折弯】按钮。

4）命令行：DIMJOGGED。

命令窗口将显示以下提示：

*选择圆弧或圆：*

*指定尺寸线位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度(A)］：//指定点或输入选项，其中，指定折弯位置是指指定折弯的中点，折弯的横向角度由“标注样式管理器”确定*

### 8.2.9　折弯线性

在标注中，折弯线表示所标注的对象中的折断。标注值表示实际距离，而不是图形中测量的距离，如图 8-26 所示。

折弯由两条平行线和一条与平行线成40度角的交叉线组成，如图8-27所示。折弯的高度由标注样式的线性折弯大小值决定，将折弯添加到线性标注后，可以使用夹点定位折弯，沿着尺寸线将夹点移至另一点。

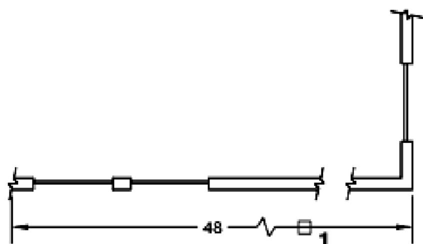


图8-26 折弯标注举例

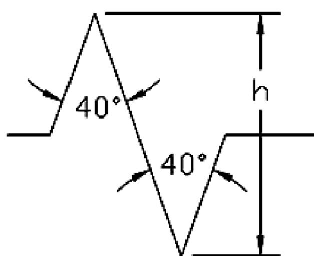


图8-27 折弯标注

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【折弯线性】。

2）功能区：【注释】选项卡|【标注】面板|【折弯线性】或【常用】选项卡|【注释】面板|【折弯】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【折弯线性】按钮。

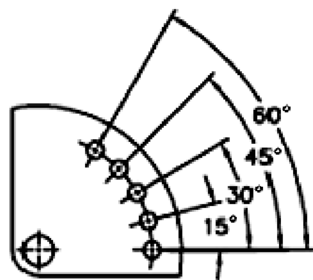
4）命令行：DIMJOGLINE。

命令窗口将显示以下提示：

*选择要添加折弯的标注或［删除(R)］：//选择线性标注或对齐标注*

## 8.2.10 基线标注

基线标注是自同一基线处测量的多个标注。在创建基线之前，必须创建线性、对齐或角度标注，可从当前任务最近创建的标注中以增量方式创建基线标注，如图8-28所示。



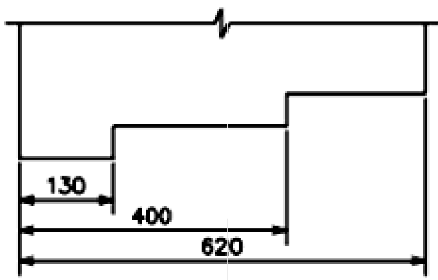




图8-28 角度基线标注与线性基线标注

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【基线】。

2）功能区：【注释】选项卡|【标注】面板|【基线】或【常用】选项卡|【注释】面板|【基线】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【基线】按钮。

4）命令行：DIMBASELINE（从上一个标注或选定标注的基线处创建线性标注、角度标

注或坐标标注）。

命令窗口将显示以下提示：

*选择基准标注：//选择线性标注、坐标标注或角度标注，否则，程序将跳过该提示，并使用上次在当前任务中创建的标注对象*

*如果基准标注是线性标注或角度标注，将显示下列提示：*

*指定第二个尺寸界线原点或［放弃(U)/选择(S)］<选择>：//指定点，输入选项或按【Enter】键选择基准标注*

*如果基准标注是坐标标注，将显示下列提示：*

*指定点坐标或［放弃(U)/选择(S)］：//若要结束此命令，请按【Enter】键两次，或按【Esc】键*

### 8.2.11　连续标注

连续标注是首尾相连的多个标注。

自动从创建的上一个线性约束、角度约束或坐标标注继续创建其他标注，或者从选定的尺寸界线继续创建其他标注，将自动排列尺寸线，如图 8-29 所示。

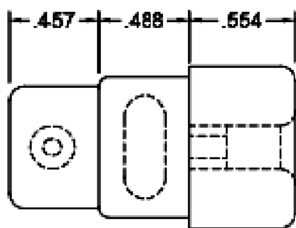



图 8-29　连续标注

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【继续】。

2）功能区：【注释】选项卡 |【标注】面板 |【继续】或【常用】选项卡 |【注释】面板 |【继续】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【继续】按钮。

4）命令行：DIMCONTINUE（创建从先前创建标注的尺寸界线开始的标注）。

命令窗口将显示以下提示：

*选择连续标注：//选择线性标注、坐标标注或角度标注，否则，程序将跳过该提示，并使用上次在当前任务中创建的标注对象。*

*如果基准标注是线性标注或角度标注，将显示下列提示：*

*指定第二个尺寸界线原点或［放弃(U)/选择(S)］：//指定点，输入选项或按【Enter】键选择基准标注*

*如果基准标注是坐标标注，将显示下列提示：*

*指定点坐标或［放弃(U)/选择(S)］<选择>，若要结束此命令，请按【Enter】键两次，或按【Esc】键*

### 8.2.12　快速尺寸标注

快速尺寸标注使用户可以交互地、动态地、自动化地进行尺寸标注。可以同时选择多个对象完成多个标注，因此提高效率。

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【快速标注】。

2）功能区：【注释】选项卡 |【标注】面板 |【快速标注】或【常用】选项卡 |【注释】面板 |【快速标注】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【快速标注】按钮。

4）命令行：QDIM（从选定对象快速创建一系列标注）。

命令窗口将显示以下提示：

*选择要标注的几何图形：//选择要标注的对象或要编辑的标注并按【Enter】键*

*指定尺寸线位置或［连续(C)/并列(S)/基线(B)/坐标(O)/半径(R)/直径(D)/基准点(P)/编辑(E)/设置(T)］<当前>：//输入选项或按【Enter】键*

### 8.2.13　标注间距

标注间距可以自动调整图形中现有的平行线性标注和角度标注，以使其间距相等或在尺寸线处相互对齐。使用“DIMSPACE”命令可以将重叠或间距不等的线性标注和角度标注隔开。选择的标注必须是线性标注或角度标注并属于同一类型（旋转或对齐标注）、相互平行或同心并且在彼此的尺寸界线上。也可以通过使用间距值“0”对齐线性标注和角度标注。

如图 8-30 显示了间距不等的平行线性标注以及使用“DIMSPACE”命令之后等间距的平行线性标注。

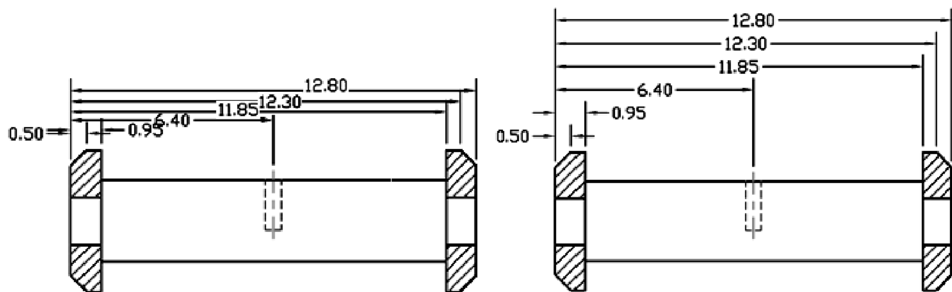



图 8-30　标注间距前后对比

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【调整间距】。

2）功能区：【注释】选项卡 |【标注】面板 |【调整间距】或【常用】选项卡 |【注释】面板 |【调整间距】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【调整间距】按钮。

4）命令行：DIMSPACE（调整线性标注或角度标注之间的间距）。

命令窗口将显示以下提示：

*选择基准标注：//选择平行线性标注或角度标注*

*选择要产生间距的标注：//选择平行线性标注或角度标注以从基准标注均匀隔开，并按【Enter】键*

*输入值或［自动(A)］：//指定间距或按【Enter】键*

### 8.2.14　标注打断

使用标注打断可以在标注和尺寸界线与其他对象的相交处打断或恢复标注和尺寸界线，如图 8-31 所示。

标注打断应用广泛，可以应用到以下标注中：线性标注（包括对齐和旋转）、角度标注（包括 2 点和 3 点）、半径标注（包括直径、半径和折弯）、弧长标注、坐标标注、使用直线引线的多重引线标注。但是在使用样条曲线引线的多重引线以及使用“LEADER”命令创建的引线中不适用。

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【打断】。

2）功能区：【注释】选项卡 |【标注】面板 |【打断】或【常用】选项卡 |【注释】面板 |【打断】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【打断】按钮。

4）命令行：DIMBREAK。

命令窗口将显示以下提示：

*选择要添加/删除折断的标注或［多个(M)］：//选择标注，或输入 m 并按【Enter】键*

*选择要折断标注的对象或［自动(A)/手动(M)/删除(R)］：//选择与标注相交或与选定标注的尺寸界线相交的对象，输入选项，或按【Enter】键*

*选择要折断标注的对象：//选择通过标注的对象或按【Enter】键结束命令*

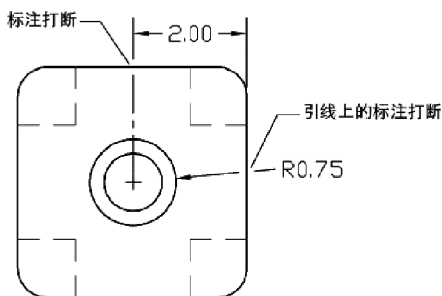



图 8-31　标注打断

## 8.2.15　检验标注

检验标注是指用来标识各检验标注的文字，它使用户可以确保标注值和部件公差处于指定范围内。AutoCAD 2012 中，可以将检验标注添加到任何类型的标注对象。

检验标注由边框和文字值组成，边框由两条平行线组成，末端呈圆形或方形，文字值用垂直线隔开。检验标注最多可以包含三种不同的信息字段：检验标签、标注值和检验率，如图 8-32 所示。

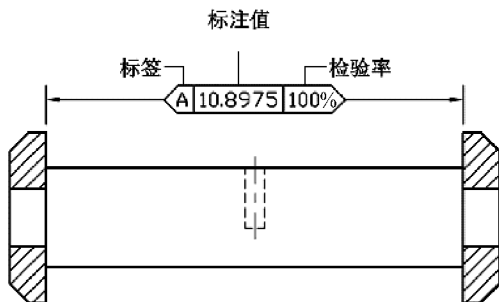



图 8-32　检验标注

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【检验】。

2）功能区：【注释】选项卡|【标注】面板|【检验】或【常用】选项卡|【注释】面板|【检验】。

3）工具栏：【标注】工具栏上单击【检验】按钮。

4）命令行：DIMINSPECT（为选定的标注添加或删除检验信息）。

执行上述操作后，将显示“检验标注”对话框（如图 8-33 所示），并且可以在现有标注中添加或删除检验标注。




图 8-33　【检验标注】对话框

## 8.3　引线标注

引线标注可以标注特定的尺寸，还可以实现在图中添加多行旁注、说明。

### 8.3.1　一般引线标注

利用“LEADER”命令可以创建灵活多样的引线标注形式，可根据需要把引线设置为折线或曲线。引线可带箭头，也可不带箭头。注释文本可以是多行文本，也可是形位公差，如图 8-34 所示。

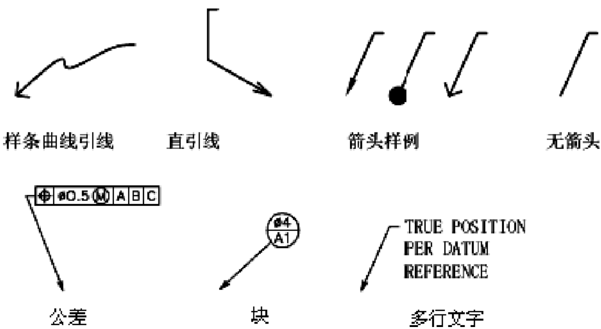



图 8-34　引线和注释示意图

命令行：LEADER

命令窗口将显示以下提示：

*指定引线起点：*

*指定下一点：//绘制一条引线线段，并显示指定点和输入选项的提示。*

*指定下一点或[注释(A)/格式(F)/放弃(U)] <注释>：//指定点，输入选项，或按【Enter】键*

*若直接回车，则提示：*

*输入注释文字的第一行或 <选项>：*

*//在此提示下输入第一行文本后回车，可以继续输入文本，直到完成，在此提示下直接回车，AutoCAD 会在引线终端标注出所输入的多行文本，并结束“LEADER”命令。*

*如果在“注释”提示下，直接按【Enter】键，将显示：*

*输入注释选项[公差(T)/副本(C)/块(B)/无(N)/多行文字(M)] <多行文字>：*

### 8.3.2　快速引线标注

利用“QLEADER”命令可快速生成引线及注释，而且可以通过命令行优化对话框进行用户自定义，由此消除不必要的命令行提示，提高工作效率。

命令行：QLEADER（创建引线和引线注释）。

命令窗口将显示以下提示：

*指定第一个引线点或[Settings(S)] <设置>：*

1）在上面提示下在屏幕上单击一点作为指引线的第一点，则提示：

*指定下一点：*

*指定下一点：//用户输入的点的数目，可以在“引线设置”对话框中的“引线和箭头”选项卡上的*

*“点数”设置决定。*

*指定文字宽度 <0>：*

*输入注释文字的第一行 <多行文字(M)>：*

若选择默认项 <多行文字>，则打开多行文字编辑器，输入编辑多行文字，输入文本后，在此提示下直接回车，将结束命令。

2）若在上面提示下直接回车，AutoCAD 打开如图 8-35【引线设置】对话框，可对引线标注进行设置。

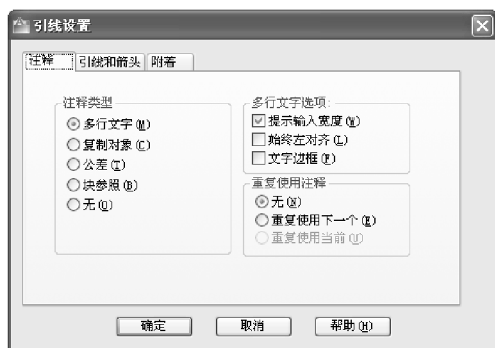



图 8-35　【引线设置】对话框

【引线设置】对话框可对引线标注中注释文本的类型、多行文本的格式、引线和箭头的形式以及引线和多行文字注释的附着位置进行设置。

### 8.3.3　多重引线

多重引线对象通常包含箭头、水平基线、引线或曲线和多行文字对象或块。多重引线可创建为箭头优先、引线基线优先或内容优先。如果已使用多重引线样式，则可以从该指定样式创建多重引线，如图 8-36 所示。

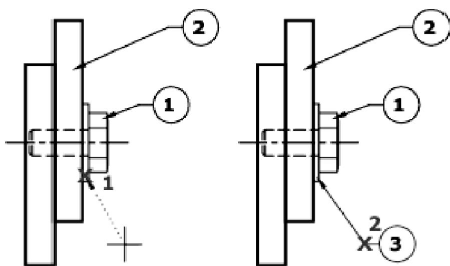



图 8-36　多重引线标注

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【多重引线】。

2）功能区：选择【注释】选项卡|【引线】面板|【多重引线】。

3）工具栏：单击【常用】选项卡|【注释】面板|【引线】按钮。

4）命令行：MLEADER（创建多重引线对象）。

命令窗口将显示以下提示：

*指定引线箭头的位置或[引线基线优先(L)/内容优先(C)/选项(O)] <选项>：*

*若直接回车，则提示：*

*输入选项[引线类型(L)/引线基线(A)/内容类型(C)/最大节点数(M)/第一个角度(F)/第二个角度(S)/退出选项(X)] <退出选项>：*

指定引线基线的位置：

- 引线箭头的位置：指定多重引线对象箭头的位置。
- 引线基线优先：指定多重引线对象基线的位置。
- 内容优先：指定与多重引线对象相关联的文字或块的位置。其中点选择是指将与多重引线对象相关联的文字标签的位置设定为文本框，完成文字输入后，单击“确定”按钮或在文本框外单击。
- 选项：指定用于放置多重引线对象的选项。

## 8.4　形位公差标注

形位公差表示特征的形状、轮廓、方向、位置和跳动的允许偏差，如图 8-37 所示。

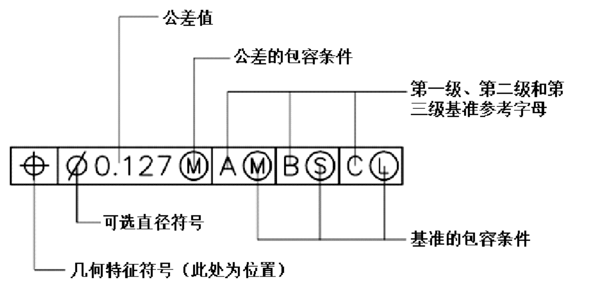



图 8-37 形位公差

可以通过特征控制框来添加形位公差，这些框中包含单个标注的所有公差信息。可以创建带有或不带引线的形位公差，这取决于创建公差时使用的是“TOLERANCE”还是“LEADER”命令。特征控制框至少由两个组件组成。第一个特征控制框包含一个几何特征符号，表示应用公差的几何特征，例如位置、轮廓、形状、方向或跳动。第二个特征控制框包含形状公差值以控制直线度、平面度、圆度和圆柱度。

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【公差】。

2）功能区：选择【注释】选项卡|【标注】面板|【公差】。

3）工具栏：标注工具栏中的【公差】按钮。

4）命令行：TOLERANCE。

出现【形位公差】对话框，如图 8-38 所示。




图 8-38 【形位公差】对话框

创建相应的公差值后，单击【确定】按钮，【形位公差】对话框将关闭，命令窗口将显示以下提示：

*输入公差位置：//在图形上，指定特征控制框的位置。*

## 8.5 编辑尺寸标注

放置标注后，用户需要多次修改标注所表示的信息。譬如可以重新放置标注文字，也可以调整线性标注的位置等。

**1. 利用“DIMEDIT”命令编辑尺寸标注**

“DIMEDIT”命令可以旋转、修改或恢复标注文字，更改尺寸界线的倾斜角。

1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【倾斜】。

2）功能区：选择【注释】选项卡｜【标注】面板｜【倾斜】。
3）工具栏：【标注】工具栏上单击【编辑标注】按钮。
4）命令行：DIMEDIT（编辑标注文字和尺寸界线）。
命令窗口将显示以下提示：

*输入标注编辑类型[默认(H)/新建(N)/旋转(R)/倾斜(O)]：//输入选项或按【Enter】键*

**2. 利用“DIMTEDIT”命令编辑尺寸标注**

“DIMTEDIT”命令可以移动和旋转标注文字并重新定位尺寸线。
1）菜单栏：标准菜单栏中【标注】|【对齐文字】|【角度】。
2）功能区：选择【注释】选项卡｜【标注】面板｜【文字角度】。
3）工具栏：【标注】工具栏上单击【编辑标注文字】按钮。
4）命令行：DIMTEDIT。
命令窗口将显示以下提示：

*选择标注：//选择标注对象*

*指定标注文字的新位置或[左(L)/右(R)/中(C)/默认(H)/角度(A)]：//指定标注文字相对尺寸线的位置标注文字的位置，如图 8-39 所示。*

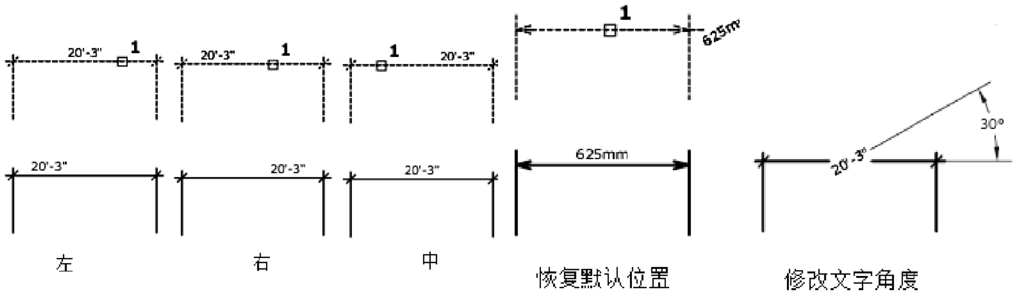



图 8-39　标注文字的位置

## 8.6　典型实例——曲柄零件标注

本例主要应用尺寸标注命令标注如图 8-40 所示的曲柄零件。

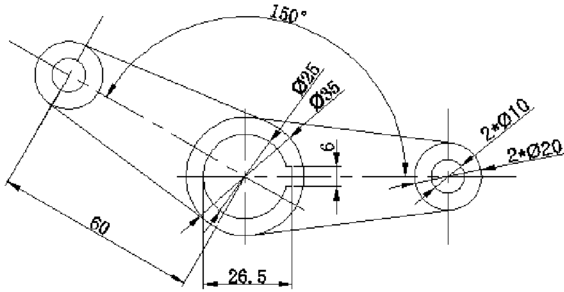



图 8-40　曲柄

| | | |
|---|---|---|
| | 素材文件 | 配套光盘 \ 8 \ 素材 \ 8.6.DWG |
| | 完成模型 | 配套光盘 \ 8 \ 完成 \ 8.6.DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘 \ 8 \ 录屏 \ 8.6.AVI |

**1. 打开草图**

打开配套光盘“8.6.dwg”零件草图，如图8-41所示。

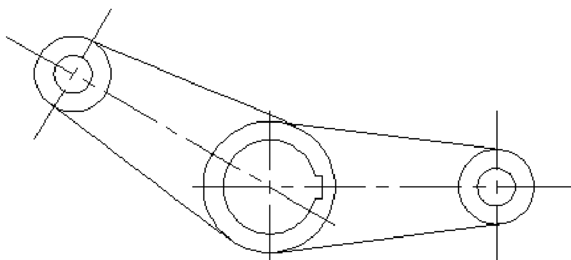


图8-41　打开草图

**2. 设置标注样式**

1）将“标注尺寸”层设置为当前图层。

2）创建尺寸标注样式，单击【标注】工具栏或【样式】工具栏|【样式标注】按钮或在命令行中执行“DIMSTYLE/D”命令，系统弹出【标注样式管理器】对话框，如图8-42所示。

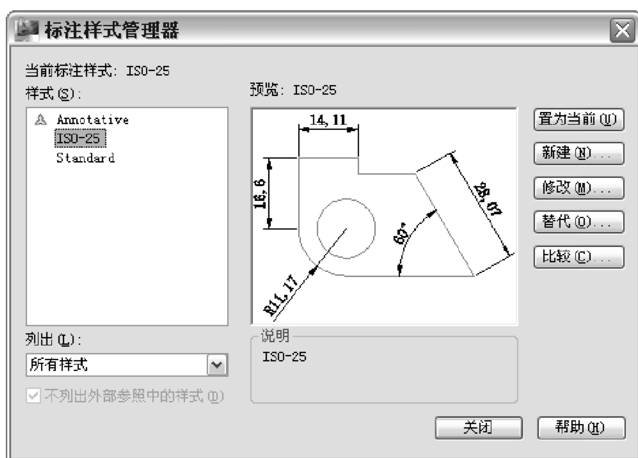



图8-42　【标注样式管理器】对话框

3）单击对话框左侧的【新建】按钮，系统弹出【创建新标注样式】对话框，如图8-43所示。在“新样式名”中输入“制图标注”、“基础样式”选为“ISO－25”，“用于”选为“所有标注”。




图8-43　【创建新标注样式】对话框

4）单击【继续】按钮，系统弹出【新建标注样式：制图标注】选项卡。【线】选项卡中，“尺寸线”的“颜色”、“线型”和“线宽”都选为ByLayer；“尺寸界限”中“颜色”、

“尺寸界线 1 的线型”、“尺寸界线 2 的线型”和“线宽”同样选为 ByLayer，如图 8-44 所示：

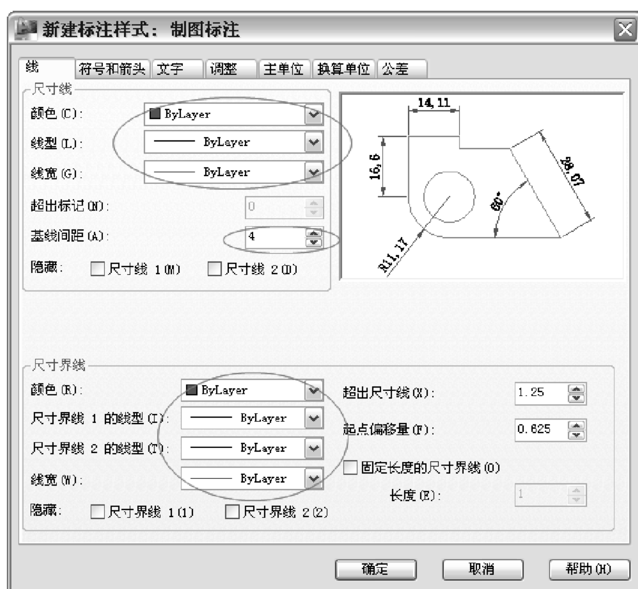



图 8-44　【线】选项卡设置

5）选择【符号和箭头】选项卡，“箭头”第一、二、三个都选为“实心闭合”、“箭头大小”设为 4，“弧长符号”中选中“标注文字的上方”，如图 8-45 所示。

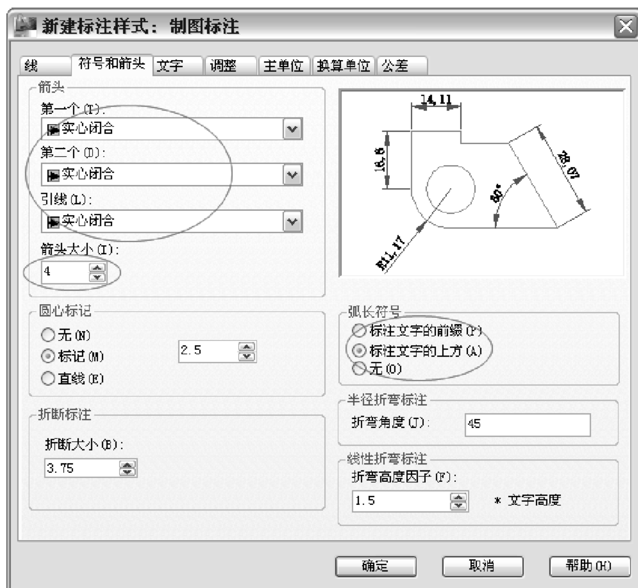



图 8-45　【符号和箭头】选项卡设置

6）选择【文字】选项卡，“文字外观”中“文字样式”选为 Standard、“文字颜色”选为 ByLayer、“填充颜色”选为无、“文字高度”设为 4，“文字对齐”中选择“与尺寸线对齐”，如图 8-46 所示。

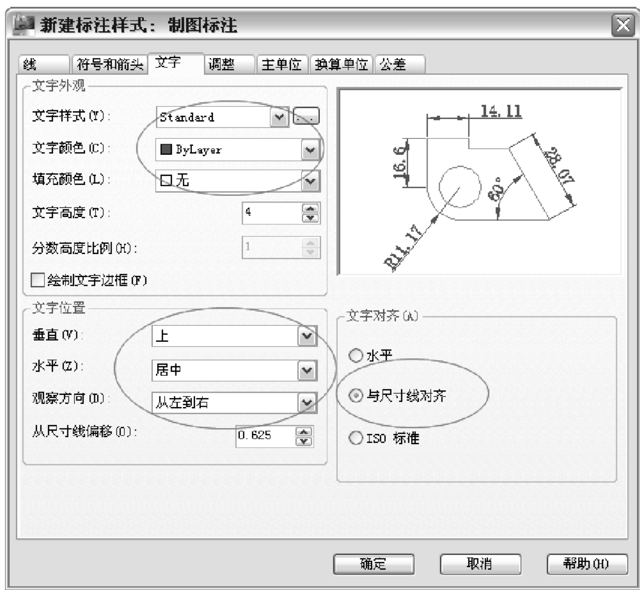



图 8-46　【文字】选项卡设置

7）选择【调整】选项卡，“文字位置”中选择“尺寸线上方，带引线”，如图 8-47 所示。

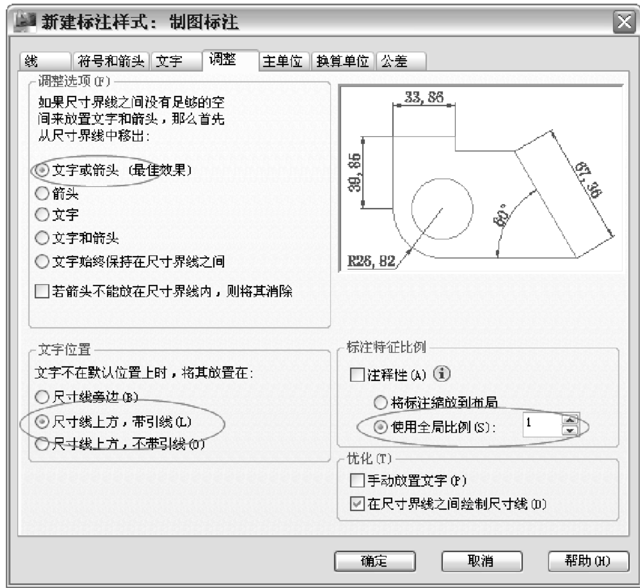



图 8-47　【调整】选项卡设置

8）选择【主单位】选项卡，“线性标注”中“小数分隔符”选为“.”句点，如图 8-48所示。

9）选择【主单位】选项卡，选项保持默认，选择【公差】选项卡，选项也保持默认。

10）单击【确定】完成设置，返回【标注样式管理器】对话框，接着单击【置为当前】按钮，结果如图 8-49 所示。

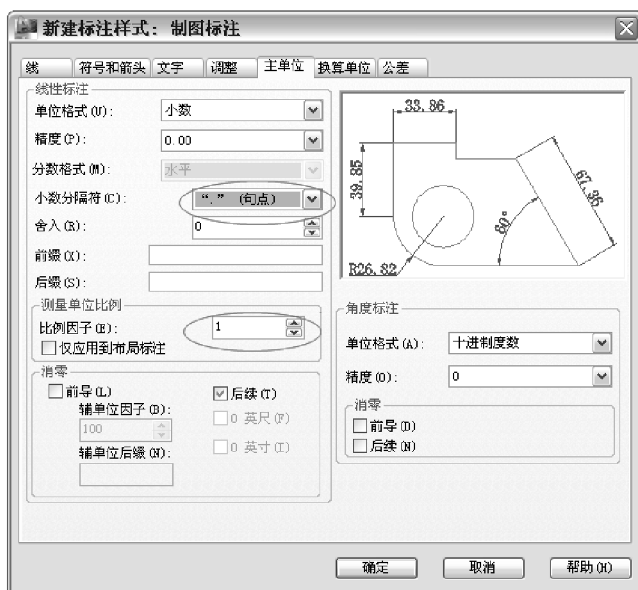



图 8-48　【主单位】选项卡设置

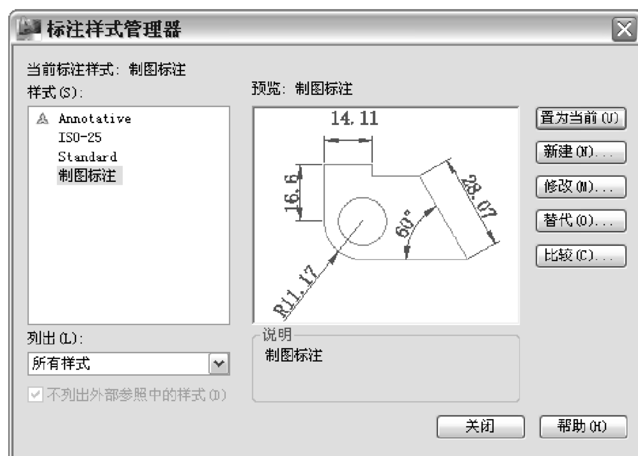



图 8-49　设置后【标注样式管理器】

接着单击【关闭】，创建新标注样式完成。

**3. 标注线性尺寸**

1）单击【标注】工具栏 |【对齐】按钮 或在命令行中执行“DIMALIGNED”命令，命令窗口将显示以下提示：

*指定第一个尺寸界线原点或 <选择对象>：(左端圆心)*

*指定第二条尺寸界线原点：(中间圆心)*

*指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]：(如图 8-50 所示)*

*标注文字 =60*

2）按空格键/回车键或单击【标注】工具栏 |【对齐】按钮，同样操作标注其他线性尺寸，结果如图 8-51 所示。

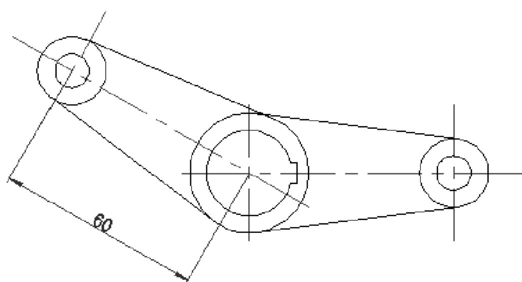



图8-50 标注线性尺寸

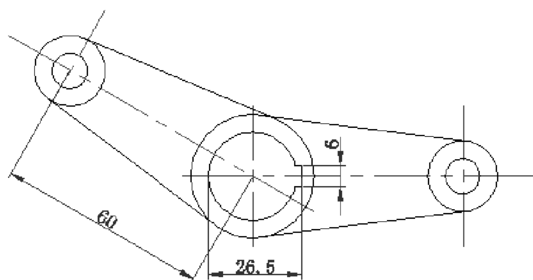



图8-51 标注线性尺寸

**4. 标注圆直径尺寸**

1）单击【标注】工具栏|【直径】按钮⊘或在命令行中执行“DIMDIAMETER”命令，命令窗口将显示以下提示：

*选择圆弧或圆：（右边外侧圆）*

*标注文字=20*

*指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]：（如图8-52所示）*

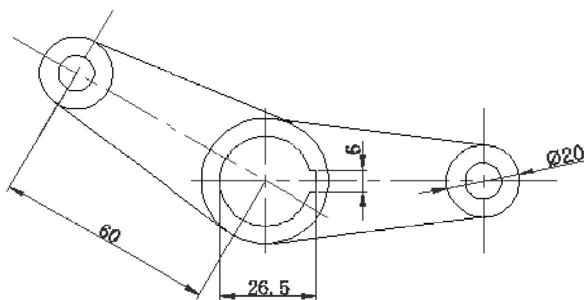



图8-52 标注圆尺寸

2）按空格键/回车键或单击【标注】工具栏|【直径】按钮⊘，同样操作标注其他直径尺寸，结果如图8-53所示。

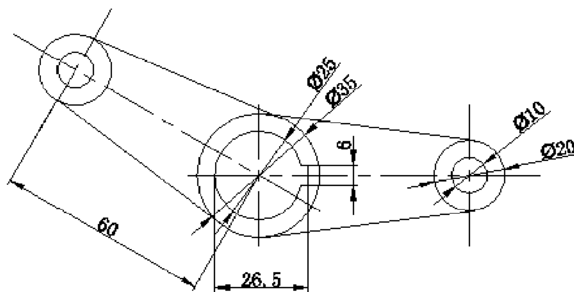



图8-53 标注圆尺寸

**5. 更改圆尺寸标注**

分别双击右侧两圆弧标注，修改尺寸标注，结果如图8-54所示。

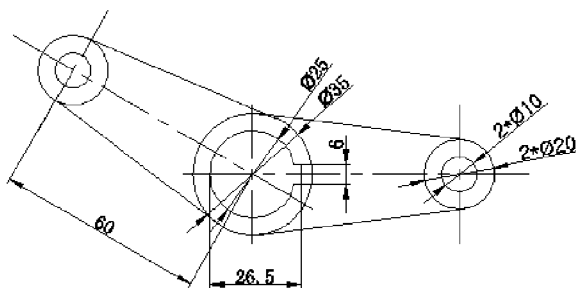



图 8-54　更改圆尺寸标注

**6. 标注角度尺寸**

单击【标注】工具栏 |【角度】按钮 或在命令行中执行“DIMANGULAR”命令，命令窗口将显示以下提示：

*选择圆弧、圆、直线或 <指定顶点>：（水平中心线）*

*选择第二条直线：（斜长中心线）*

*指定标注弧线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/象限点(Q)]：*

*标注文字 = 150*

结果如图 8-55 所示。

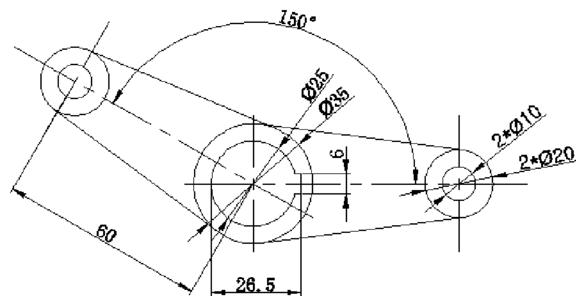



图 8-55　标注角度尺寸

# 第 9 章　块、外部参照和设计中心

实际绘图中，经常会需要绘制相同或相似的图形（如机械设计中的螺栓、螺母等），可以利用 AutoCAD 提供的块、外部参照等方式避免大量重复绘制工作，减少存储空间。

## 9.1　图块操作

图块是指由多个图形对象组成的实体。组成图块的图形对象形成一个整体，可以同时进行复制、移动、旋转、镜像等操作。块帮助用户在同一图形或其他图形中重复使用对象。其意义在于加快绘图速度、方便编辑修改、节省存储空间等。

总体来说，图块分为两类：临时块和永久块。临时块只能在当前文件中使用，不能在其他文件中调用，而永久块可以在其他文件中调用。

### 9.1.1　创建块

可使用“BLOCK”命令将图形定义为块，组成块的图形对象必须已经绘制出来而且在屏幕上可见。在图形中定义块后，可以根据需要多次插入块参照，这样的块为临时块。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【块】|【创建】| 命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【块】面板中的【创建】按钮 。

3）命令行：BLOCK。

屏幕上将弹出【块定义】对话框，如图 9-1 所示。




图 9-1　【块定义】对话框

每个块定义都包括块名、一个或多个对象、用于插入块的基点坐标值和所有相关的属性数据。

- 【名称】选项组：输入需要建立或选择需定义的块名。
- 【基点】选项组：确定块的基点，即插入点。可以直接输入基点的坐标值，系统默认值为（0，0，0）。也可以单击按钮，用鼠标直接在绘图区拾取块的特征点作为插入点，以便于块的准确定位。
- 【对象】选项组：确定组成块的图形对象，设置块的保留方式。单击此选项组中的【选择对象】按钮，选取组成块的对象。
- 【方式】选项组：定义块显示方式。
- 【设置】选项组：设置块单位。
- 【说明】文本框中输入块定义的说明。

单击【确定】按钮，完成块的定义。

### 9.1.2 存储块

存储块也称为创建外部图块，即将创建的图块作为独立图形文件保存，这样的块可以单独使用，也可以插入到其他图形中，这样的块称为永久块。可使用“WBLOCK”命令将图形对象保存为图形文件或把块转换为图形文件。

命令行：WBLOCK。

屏幕上将弹出【写块】对话框，如图 9-2 所示。




图 9-2 【写块】对话框

- 【源】选项组：确定要保存为块文件的图形类型。
- 【基点】选项组：确定基点，操作步骤与上节的基点相同。
- 【对象】选项组：确定图形对象。
- 【目标】选项组：指定图形文件的文件名称和路径，或单击“...”按钮显示标准的

文件选择对话框。

单击【确定】按钮，完成块的定义。

### 9.1.3　插入块

调用图块通过插入图块的方式获得。插入块时，需创建块参照并指定它的位置、缩放比例和旋转角度。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【插入】|【块】 块(B)... 命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【块】面板中的【插入】按钮 插入。

3）命令行：INSERT。

屏幕上将弹出【插入】对话框，如图 9-3 所示。




图 9-3　【插入】对话框

- 【名称】选项组：输入需要建立或选择块的名称名。单击【浏览】按钮，可以打开【选择文件】对话框，从对话框中选择块或文件。
- 【插入点】选项组：确定插入点的位置。
- 【比例】选项组：确定缩放比例。
- 【旋转】选项组：确定块插入时的旋转角度。
- 【分解】复选框：确定块中元素是否可以单独编辑。选中此项会在插入块的同时把块分解，块中的元素可以单独编辑，否则插入块后，块作为一个单一元素。

单击【确定】按钮，返回绘图屏幕用鼠标选取一点作为块的插入点，完成块的插入。如果插入块时没有将块分解，插入后希望对块中的元素单独编辑，可以使用分解命令 EXPLODE 将块分解。

## 9.2　块属性

插入图块时通常需要附带一些文本类非图形信息，例如粗糙度块中包含符号和粗糙度参数值。如果每次插入该类图块都进行分解修改操作，将极大降低工作效率。因此，需要在创建图块之前将这些文字赋予图块属性，从而增加图块的通用性。

属性与普通文本不同，它具有以下特点：

- 属性包括属性标记和属性值。例如：姓名定义为属性标记，具体的姓名“王”、“张”等就是属性值。
- 属性需要在定义块之前进行定义，具体设置包括属性标记、属性提示、属性默认值、属性的显示格式（在图中是否可见）、属性在图中的位置等。
- 属性定义后，以属性标记在图中显示，插入块后以属性值显示。
- 属性定义后，在定义块时将它与图形对象共同选择为块的对象。
- 插入块时，AutoCAD 通过属性提示要求用户输入属性值，也可以直接用默认值。如果属性值在属性定义时规定为常量，AutoCAD 则不询问属性值。
- 插入块后，可以对属性进行编辑，也可以将属性单独提取出来写入文件，以便在统计和制表时使用或用作其他数据分析程序处理。

### 9.2.1　设置块属性

在绘图过程中为图块指定了属性，并将属性与图块重新定义为一个新的图块后，则该块特征将成为属性块。属性必须依赖于块存在，没有块就没有属性。

设置块的属性，操作如下：

1）工具栏：单击【常用】选项卡，【块】面板中的【定义属性】按钮 。

2）命令行：ATTDEF。

屏幕上将弹出【属性定义】对话框，如图 9-4 所示。




图 9-4　【属性定义】对话框

- 【模式】选项组：在图形中插入块时，设定与块关联的属性值选项。
- 【属性】选项组：用于设置属性标签、属性提示等。

- 【插入点】选项组：确定属性文本的位置。单击拾取点按钮，临时切换到作图屏幕，由用户在图形中确定属性文本的位置，或者在 XYZ 的文本框中直接输入属性文本的位置坐标。
- 【文字设置】选项组：设置属性文本的对齐方式、文本样式、字高和倾斜角度。
- 【在上一个属性定义下对齐】复选框：表示把属性标签直接放在前一个属性的下面，而且该属性继承前一个属性的文本样式、字高和倾斜角度等特性。

将【属性定义】对话框中各项设置好后，单击【确定】按钮，在图形上选取属性标记插入的合适位置。例如图 9-5 所示定义粗糙度属性。




图 9-5　定义属性块

然后利用【创建块】的方法（例如：输入命令“BLOCK”），调用【块定义】对话框，将属性标记和图形创建为块，就是将图块和块属性定义为一个图块，即可完成带属性块的创建。

设置完毕后，单击【确定】按钮，屏幕出现【编辑属性】对话框，此时直接在对应的列表框中输入新的属性数值（或者不改变），单击【确定】按钮，即可获得由新定义的文本信息替代原来文本的属性块，如图 9-6 所示。

## 9. 2. 2　编辑块属性

当块定义中包含属性定义时，属性将作为一种特殊的文本对象也一同被插入。此时即可利用【编辑单个块属性】工具编辑之前的块属性设置，并利用【管理属性】工具将属性标记赋予新值，使之符合相似图形对象的设置要求。

修改属性定义，操作如下：

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【对象】|【属性】|【单个】 命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【块】面板中的【单个】 按钮。

3）命令行：EATTEDIT。




图 9-6　【编辑属性】对话框

命令行提示：

*选择块：//选择一带属性的图块*

则屏幕上将弹出【增强属性编辑器】对话框，如图 9-7 所示。




图 9-7　【增强属性编辑器】对话框

用户可以通过该对话框编辑属性值、文本格式以及属性的图层、线型、线宽、颜色和绘图样式。

也可以利用【块属性管理器】重新设置属性定义的构成、文字特性和图形特性等属性。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【对象】|【属性】|【块属性管理器】命令。

2）工具栏：单击【常用】选项卡，【块】面板|【属性，块属性管理器】按钮。

3）命令行：BATTMAN。

屏幕上将弹出【块属性管理器】对话框，如图 9-8 所示。

在对话框中单击【编辑】按钮，则打开【编辑属性】对话框来编辑块的不同属性，如图 9-9 所示。

若在【块属性管理器】对话框中选择【设置】选项，将打开【块属性设置】对话框，通过【在列表中显示】选项组的复选框，设置【块属性管理器】对话框总的属性显示内容，如图 9-10 所示。

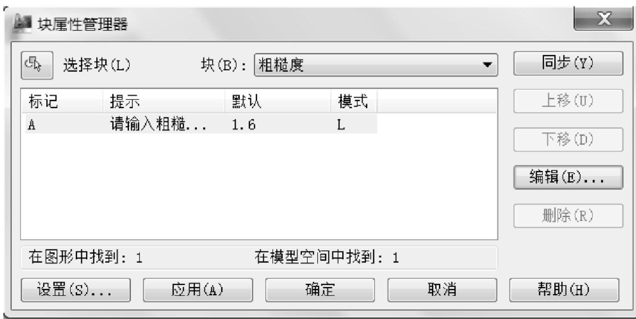



图 9-8 【块属性管理器】对话框

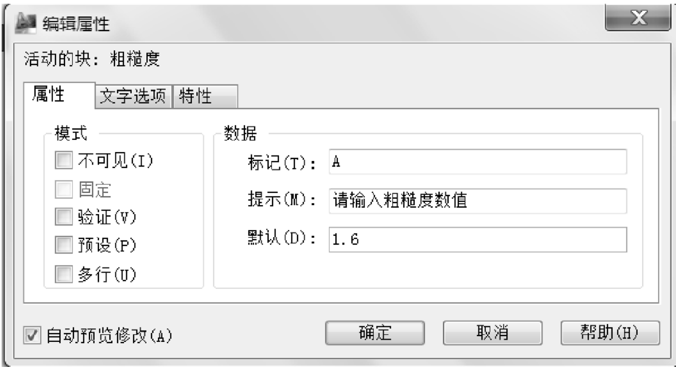



图 9-9 【编辑属性】对话框




图 9-10 【块属性设置】对话框

## 9.3 动态图块

图形绘制中使用块时，常常遇到图块的某个外观有些区别，而大部分结构形状相同。用户可以插入一个可更改形状、大小或配置的图块，称为动态图块，用户可以根据需要通过自

定义夹点或自定义特性来操作动态块，从而使块的功能更强大、操作更方便。

要成为动态块的图块必须至少包含一个参数以及一个与该参数关联的动作。可通过给已创建的图块添加参数和动作使其成为动态块。

通常创建动态图块的一般思路为：

- 设计块的内容。了解应如何改变或移动块，块内哪些部分会依赖其他部分。
- 绘制几何图形。在绘图区域或块编辑器内绘制几何图形。
- 添加参数。添加各个参数或参数集来定义几何图形，几何图形将受动作或操作的影响。
- 添加动作。如果使用的是动作参数，则在必要时添加动作以定义当几何图形被操纵时将发生怎样的变化。
- 定义自定义特性。添加特性，确定块在绘图区域中如何显示，自定义特性影响块几何图形的夹点、标签和预设值。
- 测试块。在功能区上，在块编辑器上下文选项卡的【打开/保存】面板中，单击【测试块】，并保存动态图块。

块编辑器是一个专门的编写区域，用于向块定义中添加或编辑动态行为，使块成为动态块的工具。也可以使用块编辑器创建新的块定义，就像在绘图区中创建几何图形一样。

定义动态块的方法如下：

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【块编辑器】 块编辑器(B) 命令。

2）工具栏：在【标准】工具栏，单击【块编辑器】 按钮。

3）功能区：单击【常用】选项卡|【块】面板|【块编辑器】 按钮。

4）命令行：BEDIT。

屏幕上将弹出【编辑块定义】对话框，如图 9-11 所示。

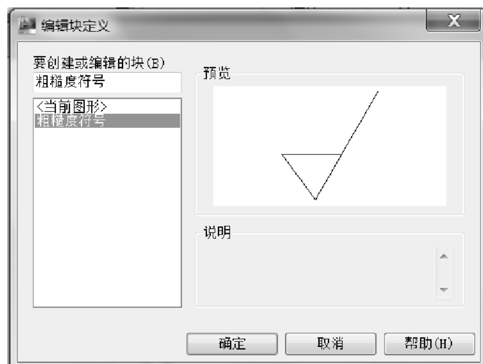



图 9-11 【编辑块定义】对话框

在【编辑块定义】对话框中从列表中选择一个块定义，单击【确定】按钮，屏幕进入定义动态块状态，系统进入默认为灰色背景的绘图区域，一般称该区域为块编辑窗口。如图 9-12所示，其左侧自动打开一个【块编写选项板】，它包括【参数】、【动作】、【参数集】、【约束】4 个面板。使用该选项板的不同选项，可创建动态块的所有特征。同时，在上方会显示【块编辑器】选项卡，该选项卡的各面板中包括创建动态块，并设置可见性的专门性工具。

在块编辑器中 UCS 命令被禁用。在块编辑器内，UCS 图标的原点定义了块的基点。用户可以通过相对 UCS 图标原点移动几何图形或通过添加基点参数来更改块的基点，在完成参数的基础上添加相关动作，然后利用【保存块】工具保存定义，并关闭编辑器在图形中测试块。

要创建动态图块，需要定义以下几种元素：

（1）添加参数

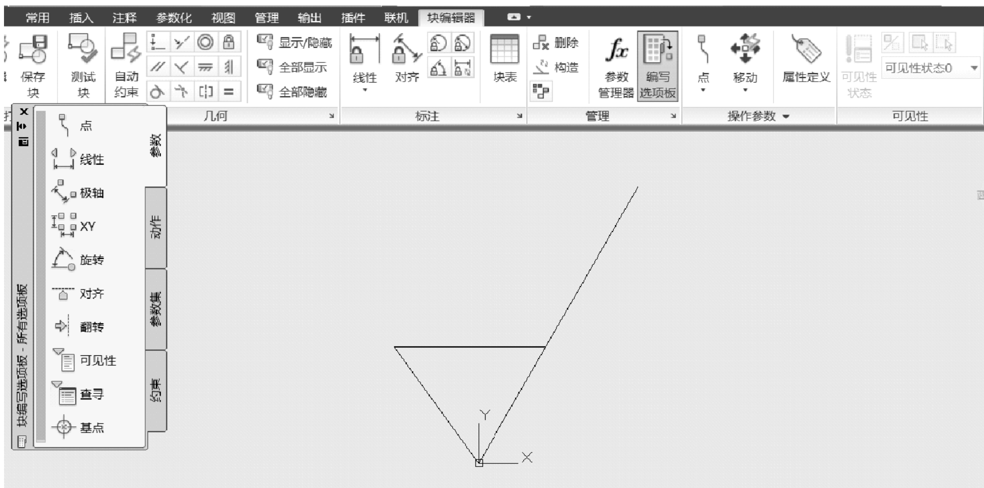


图 9-12　【块编辑器】选项卡

参数用于定义当用户操作块参照时会受动作影响的几何图形。在【块编写选项板】的【参数】面板中可以提供向块编辑器中的动态块定义中添加参数的工具。

（2）添加动作

动作用于定义在图形中操作动态块参照的自定义特性时，该块参照的几何图形将如何移动或更改。

（3）添加约束

可以向动态块中添加几何约束和标注约束。

## 9.4　工具选项板

工具选项板是【工具选项板】窗口中选项卡形式区域，提供了一种用来组织、共享和放置块、图案填充及其他工具的有效方法。工具选项板还可以包含由第三方开发人员提供的自定义工具。

打开工具选项板方法：

1）菜单栏：选择菜单栏中的【工具】|【选项板】|【工具选项板】命令。

2）工具栏：在标准工具栏，单击【工具选项板】按钮。

3）功能区：单击【视图】选项卡|【选项板】面板|【工具选项板】按钮。

4）命令行：TOOLPALETTES。

屏幕上将打开【工具选项板－所有选项板】窗口，如图 9-13 所示，在工具选项板中系统设置了一些常用图形选项卡，这些常用图形可以方便用户绘图。

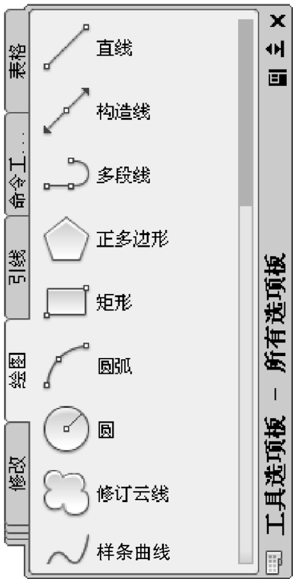



图 9-13　【工具选项板－所有选项板】窗口

**1. 添加工具**

可以通过多种方法在工具选项板中添加工具：

- 将以下任意一项拖动到工具选项板：几何对象（例如直线、圆和多段线）、标注、图案填充、渐变填充、块、外部参照、光栅图像、表格、光源、相机、来自【视觉样式管理器】的视觉样式或来自【材质浏览器】的材质。
- 将图形、块和图案填充从设计中心拖至工具选项板。将已添加到工具选项板中的图形拖动到另一个图形中时，图形将作为块插入。
- 使用【自定义】对话框将工具栏按钮拖到工具选项板中。
- 使用自定义用户界面（CUI）编辑器将命令从【命令列表】窗格拖动至工具选项板。
- 使用【剪切】、【复制】和【粘贴】可以将一个工具选项板中的工具移动或复制到另一个工具选项板中。
- 通过从头创建新选项板并使用快捷菜单重命名、删除或移动选项板来管理工具选项板。
- 在设计中心树状图中的文件夹、图形文件或块上单击鼠标右键，然后在快捷菜单中单击【创建工具选项板】，创建包含预定义内容的工具选项板选项卡。
- 可以将可自定义的工具选项板组与功能区上的每个面板相关联。在功能区面板上单击鼠标右键可以显示可用工具选项板组的列表。

**2. 创建新的工具选项板**

可以使用【工具选项板】窗口的标题栏上的【特性】按钮创建新的工具选项板，如图 9-14 所示。

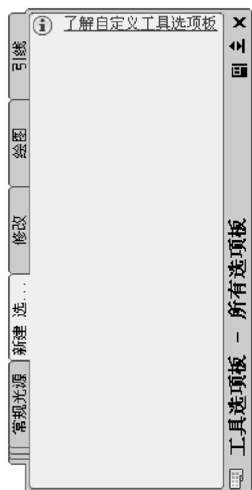



图 9-14　新建选项板

## 9.5　外部参照

外部参照可以将整个图形文件作为参照图形附着到当前图形中。通过外部参照，参照图形中所作的更改将反映在当前图形中。附着的外部参照链接至另一图形，并不真正插入。因此，使用外部参照可以生成图形而不会显著增加图形文件的大小。

外部参照与块有相似的地方，但它们的主要区别是：一旦插入了块，该块就永久性地插入到当前图形中，成为当前图形的一部分。而以外部参照方式将图形插入到某一图形（称为主图形）后，被插入图形文件的信息并不直接加入到主图形中，主图形只是记录参照的关系，例如，参照图形文件的路径等信息。另外，对主图形的操作不会改变外部参照图形文件的内容。当打开具有外部参照的图形时，系统会自动把各外部参照图形文件重新调入内存并在当前图形中显示出来。

因此，通过使用参照图形，用户可以：

- 通过在图形中参照其他用户的图形协调用户之间的工作，从而与其他设计师所做的更改保持同步。用户也可以使用组合图形装配一个主图形，主图形将随工程的开发而被更改。

- 确保显示参照图形的最新版本。打开图形时，将自动重载每个参照图形，从而反映参照图形文件的最新状态。
- 当工程完成并准备归档时，将附着的参照图形和当前图形永久合并（绑定）到一起。
- 可以对参照图形文件（外部参照）执行多种操作。

### 9.5.1　附着外部参照

可以将任意图形文件插入到当前图形中作为外部参照。一个图形文件可以作为外部参照同时附着到多个图形中。反之，也可以将多个图形作为参照图形附着到单个图形。执行外部参照操作，可将 5 种格式的文件，分别是 DWG 文件、图像文件、DWF 文件、DGN 文件以及 PDF 文件附着至当前图形。其中 DWF 是一种从 DWG 文件创建的高度压缩的文件格式。该文件易于在 Web 上发布和查看，并且支持实时平移和缩放以及对图层显示和命名视图显示的控制。

DGN 文件是 MicroStation 绘图软件生成的文件，该文件格式对精度、层数以及文件和单元的大小并不限制，另外该文件中的数据都是经过快速优化、检验并压缩的，有利于节省网络带宽和存储空间。

PDF 文件是非常通用而安全的阅读格式，图纸的存档和外发加工一般都使用 PDF 格式。

下面以附着 DWG 文件为例。

1）菜单栏：选择【插入】|【外部参照】，打开【外部参照】选项板，在选项板中单击【附着 DWG】按钮。

2）功能区：切换至【插入】选项卡，在【参照】选项板中单击【附着】按钮。

3）工具栏：【参照】|。

4）命令行：XATTACH。

屏幕弹出【选择参照文件】对话框，如图 9-15 所示。

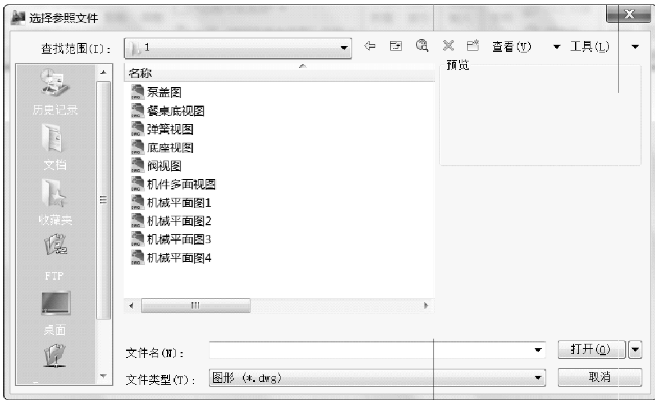



图 9-15　【选择参照文件】对话框

用户在对话框中选择文件后，单击对话框中【打开】按钮，屏幕将弹出【附着外部参照】对话框，如图 9-16 所示，在该对话框中有设置参照类型和路径类型的选项组，单击【确定】按钮，则该外部参照文件将显示在当前图形中，然后指定插入点，即可将该参照文

件添加到该图形中。




图 9-16 【附着外部参照】对话框

【附着外部参照】对话框与插入块的对话框类似，只是在该对话框中多了两个选项组。

（1）参照类型

此选项组可选择外部参照类型。选择【附着型】单选按钮，如果参照图形中仍包含外部参照，则在执行该操作后，将显示嵌套参照中的嵌套内容；选择【覆盖型】单选按钮，将不显示嵌套参照中的嵌套内容。

（2）路径类型

- 完整路径。选择该选项。外部参照的精确位置将保存到该图形中，该选项的精确度最高，但灵活性最小。如果移动工程文件夹，AutoCAD 将无法融入任何使用完整路径附着的外部参照。
- 相对路径。选择该选项，附着外部参照将保存外部参照相对于当前图形的位置。该选项的灵活性最大，如果移动工程文件夹，AutoCAD 仍可以融入使用相对路径附着的外部参照，但要求该参照与当前图形位置不变。
- 无路径。选择该选项，可直接查找外部参照，适合外部参照和当前图形位于同一文件夹的情况。

### 9.5.2 绑定外部参照

使已经附着的外部参照成为图形的永久组成部分，也可以只绑定参照图形中的部分元素，以免有些内容会随着参照的重载而失去。

1）菜单栏：选择【修改】|【对象】|【外部参照】|【绑定】。

2）工具栏：【参照】|。

3）命令行：XBIND。

屏幕弹出【外部参照绑定】对话框，如图 9-17 所示，该对话框列出了当前图形文件已有的外部参照文件。

要绑定某个图形文件或者某一部分内容，须单击该文件以及文件列表前面的“+”号




图 9-17　【外部参照绑定】对话框

显示文件的全部条目。选中要绑定的对象，然后单击【添加】按钮，这些对象即出现在对话框右边的绑定定义栏中，单击【确定】按钮，即可绑定到当前图形中，如图 9-18 所示。




图 9-18　完成标注样式绑定

## 9.5.3　外部参照操作

外部参照命令（XREF）可以管理当前图形中的所有外部参照图形。在弹出的外部参照选项板中列出 DWG 参照的名称、路径和类型以及当前附着到用户图形中的 DWG 参照数，显示了每个外部参照的状态及它们之间的关系。

1）菜单栏：选择【插入】|【外部参照】。

2）工具栏：【参照】| 图标 。

3）功能区：依次单击【视图】选项卡 |【选项板】面板 |【外部参照】图标 。

4）命令行：XREF。

屏幕弹出【外部参照】选项板，如图 9-19 所示，外部参照文件名以列表图或树状图形式显示。

选择 DWG 参照文件，在选定的 DWG 参照上单击鼠标右键，弹出快捷菜单，如图 9-20 所示。




图 9-19　【外部参照】选项板

- 【拆离】外部参照：从图形中彻底删除外部参照，需要【拆离】它们而不是“删除”。【拆离】将删除外部参照和所有关联信息，“删除”外部参照则不会删除与其关联的图层定义。
- 【重载】外部参照：当某一外部参照图形发生改变时，可以在列表中选择此文件，在图 9-20 所示的快捷菜单中单击【重载】，实现在不退出当前图形的情况下，更新外部参照。
- 【卸载】外部参照：可将此外部参照从当前文件中移走。但移走后文件名仍保留在文件列表中，当希望再参照该图形时，在文件列表中重新选择该文件，单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中单击【重载】即可。
- 【绑定】外部参照：将此外部参照转换成当前文件的块，成为当前文件的组成部分。




图 9-20　快捷菜单

## 9.5.4　编辑参照图形

可以通过直接打开参照图形对其进行编辑，或可以使用在位参照编辑来直接修改当前图形中的外部参照。

1）菜单栏：选择【工具】|【工具栏】|【AutoCAD】|【参照编辑】，得到【参照编辑】工具栏，如图 9-21 所示。



图 9-21　【参照编辑】工具栏

2）命令行：REFEDIT。

选择一个外部参照图形后，屏幕将弹出【参照编辑】对话框，如图 9-22 所示。在此对话框中选定需要编辑的特定参照，采用默认设置，单击【确定】按钮。选定参照将作为一个工作集，进入编辑状态，其他的图形将锁定和置灰。可编辑工作集中的图形对象，也可以使用按钮向工作集中添加 或删除 当前图形中的其他图形对象，对所作的修改可以单击保存 或放弃 。




图 9-22　【参照编辑】对话框

## 9.6　设计中心

通过设计中心，用户可以组织对图形、块、图案填充和其他图形内容（例如图层定义、布局和文字样式）的访问；可以将源图形中的任何内容拖动到当前图形中；可以将图形、块和图案填充拖动到工具选项板上；源图形可以位于用户的计算机、网络位置或网站上。另外，如果打开了多个图形，则可以通过设计中心在图形之间复制和粘贴其他内容（如图层定义、布局和文字样式）来简化绘图过程。

1）工具栏：【标准】|【设计中心】 。

2）功能区：依次单击【视图】选项卡 |【选项板】面板 |【设计中心】 。

3）命令行：ADCENTER。

屏幕弹出【设计中心】窗口，如图 9-23 所示。

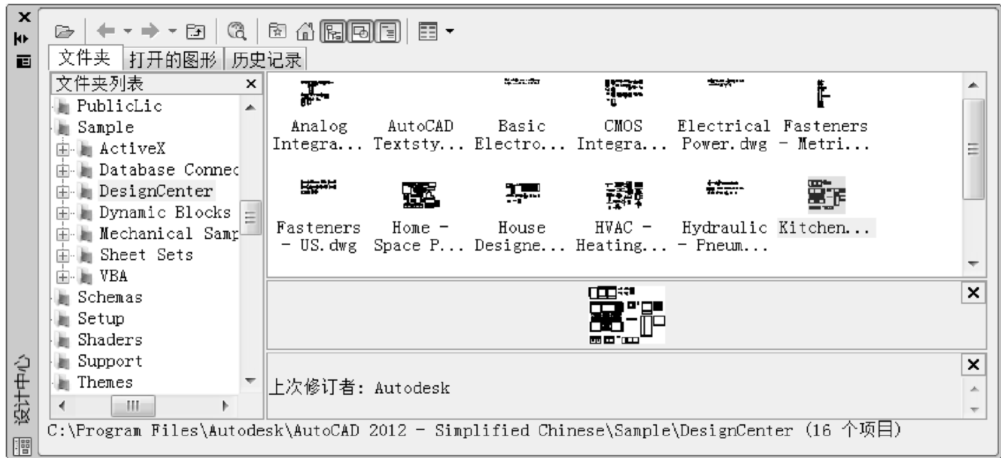



图 9-23　【设计中心】窗口

通过【设计中心】窗口，用户可以控制设计中心的大小、位置和外观。左边为树状图，可以在树状图中显示用户计算机和网络驱动器上的文件与文件夹的层次结构、打开图形的列表、自定义内容以及上次访问过位置的历史记录。右边为内容区。选择树状图中的项目，可以在内容区域中显示当前选定位置的内容。位置是包含设计中心可以访问信息的网络、计算机、磁盘、文件夹、文件或网址（URL）。

在内容区域中，通过拖动、双击或单击鼠标右键，如图 9-24 所示，并选择“插入为块”、“附着为外部参照”或“复制”，可以在图形中插入块、填充图案或附着外部参照；可以通过拖动或单击鼠标右键向图形中添加其他内容（例如图层、标注样式和布局）；可以从设计中心将块和图案填充拖动到工具选项板中。

内容区的下面，可以显示选定的图形、块、填充图案或外部参照的预览或说明。使用设计中心顶部的工具栏按钮可以访问树状图选项，如图 9-25 所示，提供若干选项和操作。




图 9-24　快捷菜单

包括【加载】、【向后】、【向前】、【向上】、【搜索】、【收藏夹】、【主页】、【树状图切换】、【预览】、【说明】和【视图】。



图 9-25　设计中心工具栏

## 9.7　典型实例——绘制托盘零件

本例主要应用创建动态图块绘制如图 9-26 所示的托盘零件主视图。

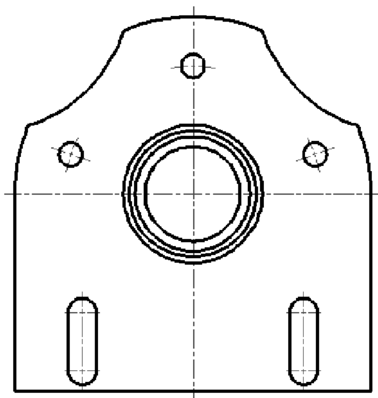


图 9-26　托盘零件主视图

| | | |
|---|---|---|
| | 素材文件 | 配套光盘 \ 9 \ 素材 \ 9. 7. DWG |
| | 完成模型 | 配套光盘 \ 9 \ 完成 \ 9. 7. DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘 \ 9 \ 录屏 \ 9. 7. AVI |

**1. 打开素材文件**

打开“9. 7. DWG”零件草图，如图 9-27 所示。

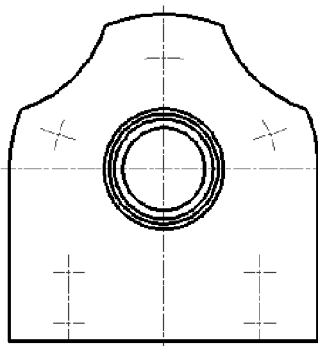


图 9-27　打开草图

**2. 创建通孔动态图块**

（1）绘制通孔

单击【绘图】工具栏 |【圆】按钮，或在命令行中执行“CIRCLE/C”命令，指定圆心为上端构造线交点，半径为 6，结果如图 9-28 所示。

（2）创建通孔块

单击【绘图】工具栏 |【创建块】，或在命令行执行“BLOCK”命令，系统弹出【块定义】对话框，设定块名称为“通孔”；指定“基点”，在【块定义】对话框中单击【拾取点】按钮，选择通孔的圆心；选择“对象”，在【块定义】对话框中单击【选择对象】按钮，选择对象为

通孔的圆，如图 9-29 所示。

单击【确定】按钮完成块的创建，返回绘制状态。

**3. 创建通孔动态图块**

1）单击【标准】工具栏 |【块编辑器】按钮，或在命令行中执行“BEDIT”命令，或者用鼠标左键双击“通孔”块，系统弹出【块编辑定义】对话框，选择要创建或编辑的块为“通孔”，如图 9-30 所示。

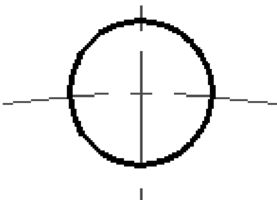


图 9-28　绘制通孔




图 9-29　进行【块定义】

2）单击【确定】按钮后，进入块编辑器界面，系统弹出【块编写选项板 – 所有选项板】选项卡，在【参数】选项下单击【旋转】按钮，如图 9-31 所示。

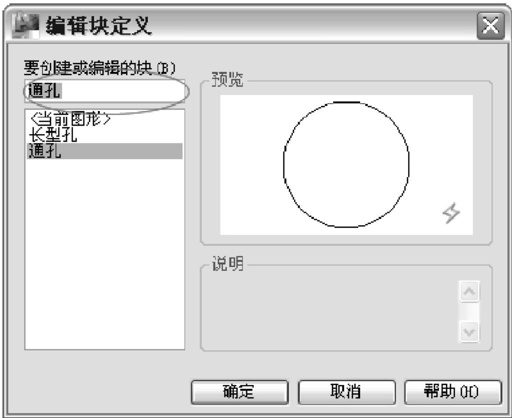



图 9-30　【编辑块定义】对话框

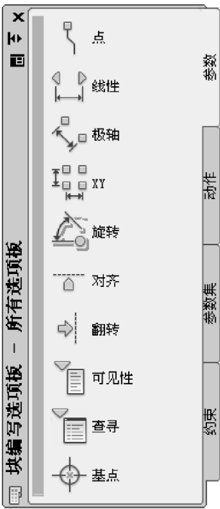



图 9-31　【块编写选项板 – 所有选项板】选项卡

命令行提示：

*指定基点或[名称(N)/标签(L)/链(C)/说明(D)/选项板(P)/值集(V)]：0，-65*

*指定参数半径：65*

*指定默认旋转角度或[基准角度(B)]<0>：b*
*指定基准角度<0>：90*
*指定默认旋转角度或[基准角度(B)]<0>：*
*指定标签位置：*

回车后，结果如图 9-32 所示。

3）在【动作】选项下单击【旋转】按钮，命令行提示：

*选择参数：//上一步骤的参数*
*指定动作的选择集*
*选择对象：找到 1 个//通孔圆*
*选择对象：*

回车后，单击【关闭块编辑器】按钮，选择保存更改，系统返回绘制界面，完成通孔动态图块的创建。

**4. 创建长型孔动态图块**

使用创建通孔动态图块相同的方法创建长型孔动态图块，即绘制长型孔、创建长型孔块，然后添加移动参数和移动动作，结果如图 9-33 所示。

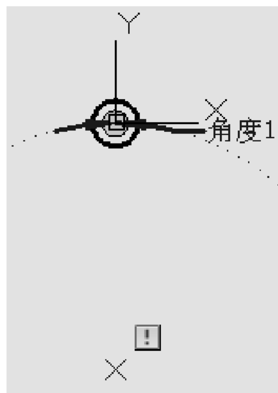



图 9-32　创建通孔动态图块

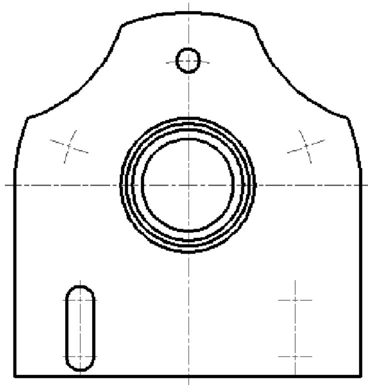


图 9-33　通孔与长型孔动态图块

**5. 创建及修改工具选项板**

1）选择菜单栏【工具】|【选项板】|【工具选项板】按钮，系统弹出【工具选项板 – 所有选项板】选项卡。

2）在【工具选项板 – 所有选项板】选项卡上单击鼠标右键，选择【新建选项板】命令，将新建选项卡命名为“零件”。

3）将“通孔”块与“长型孔”块拉入【零件选项板】中，结果如图 9-34 所示。

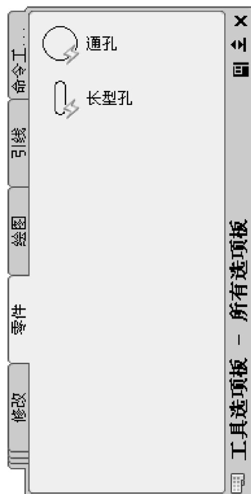



图 9-34　创建及修改工具选项板

**6. 绘制托盘零件主视图中的通孔与长型孔**

1）单击【工具选项板 – 所有选项板】选项卡中的【零件】选项卡中的【通孔】按钮，命令行提示：

*指定插入点或[基点(B)/比例(S)/X/Y/Z/旋转(R)]：//所绘制通孔的圆心*

*指定插入点或[基点（B)/比例(S)/X/Y/Z/旋转(R)]：//所绘制通孔的圆心*

2）选择前两步操作所绘制的通孔，进行旋转操作。

*指定旋转角度或[基点(B)/放弃(U)/退出(X)]：//旋转角度如图 9-35 所示。*

3）单击【工具选项板 – 所有选项板】选项卡中的【零件】选项卡中的【长型孔】按钮，命令行提示：

*指定插入点或[基点(B)/比例(S)/X/Y/Z/旋转(R)]：//原长型孔基点*

4）对长型孔执行移动操作。

*指定点位置或[基点(B)/放弃(U)/退出(X)]：//位置如图 9-36 所示。*

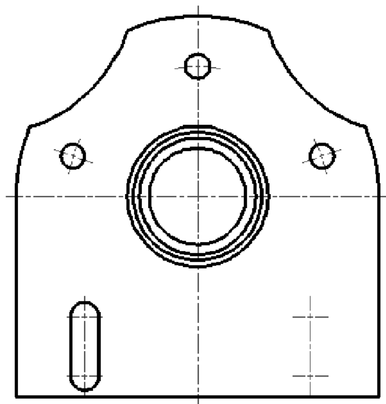


图 9-35　绘制托盘零件主视图中的通孔

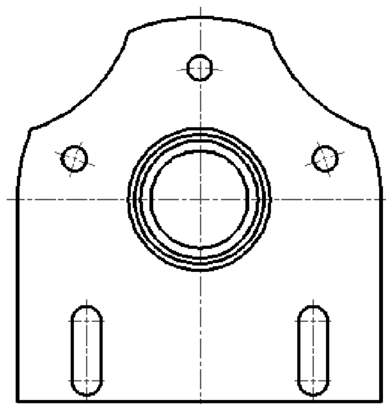


图 9-36　绘制托盘零件主视图中的长型孔

5）完成托盘零件的绘制。

# 第 10 章　草 图 约 束

参数化图形是一项用于具有约束的设计技术。约束是应用于二维几何图形的关联和限制，对于参数化图形，可以为几何图形添加约束。

有两种常用的约束类型：几何约束和标注约束。其中几何约束可以约束图形的位置和形状，标注约束能控制图形的尺寸参数，以确保设计符合特定要求。

通过约束进行设计有以下两种方法，所选的方法取决于设计实践以及主题的要求。

- 在欠约束图形中使用编辑命令和夹点的组合，添加或更改约束。
- 先创建一个图形，并对其进行完全约束，然后释放并替换几何约束，更改标注约束中的值。

需要对设计进行更改时，有两种方法可取消约束效果。删除或释放约束的方法如下：

- 将光标悬停在几何约束图标上，使用【Delete】键或快捷菜单删除约束，然后应用新约束。
- 已选定夹点或在执行编辑命令期间指定选项时，轻敲【Shift】键以交替使用释放约束和保留约束。

## 10.1　几何约束

几何约束可将几何对象关联在一起，几何约束的种类很多，包括：重合、垂直、平行、相切、水平、竖直、共线、同心、平滑、对称、相等和固定等。

- 重合约束：将两个点进行重合，第二个对象的点将与第一个对象的点进行对齐，但如果其中一条线段已进行了固定约束，没有约束的线段将进行相应地调整。
- 垂直约束：将两条直线的夹角约束为 90°。
- 平行约束：将两条选择的直线夹角约束为 180°，第二条直线将以第一条直线为参考进行调整。
- 相切约束：主要用于约束两条曲线，使其彼此相切或延长线相切。在选择约束对象时，第二个约束对象将以第一个约束对象为准进行相应地调整。
- 水平约束：是将选择的直线约束为与水平方向平行，在选择直线时靠近端点的一端将作为固定点，另一端进行相应地调整。
- 竖直约束：是将选择的线段与水平方向垂直，在选择直线时靠近端点的一端将作为固定点，另一端进行相应地调整。
- 共线约束：用于将两条线段重合在一起，第二个对象将以第一个对象为参考进行调整。
- 同心约束：是将两个圆或圆弧曲线的圆心进行对齐，并将第二个圆以第一个圆为基准进行相应地调整。
- 平滑约束：是将一条样条曲线与其他样条曲线、直线、圆弧或多段线保持几何连

续性。

- 对称约束：指定某轴线为对称轴，程序自动将选择的对象按照指定的轴线进行对称约束。
- 相等约束：约束两条线段的长度，使其具有相同的长度；或约束圆弧或圆，使其具有相同的半径。
- 固定约束：将对象上的约束点或对象本身与基于世界坐标系的固定位置相关联。

用户可指定二维对象或对象上的点之间的几何约束，之后编辑受约束的几何图形时，将保留约束。

1）菜单栏：标准菜单栏中【参数】|【几何约束】|【重合】（或【固定】等各种几何约束类型）。

2）功能区：【参数化】选项卡|【几何】面板。

**1. 应用多个几何约束**

可以手动或自动将多个几何参数应用于对象。如果希望将所有必要的几何约束都自动应用于设计，可以对图形中选择的对象使用“AUTOCONSTRAIN”命令。

1）菜单栏：【参数】|【自动约束】。

2）功能区：【参数化】选项卡|【几何】面板|【自动约束】。

3）命令行：AUTOCONSTRAIN。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象或[设置(S)]：s //输入 S*

弹出【约束设置】对话框，如图 10-1 所示。




图 10-1　【约束设置】对话框

在【约束设置】对话框的【自动约束】选项卡上，选择一种约束类型。单击【上移】或【下移】按钮，此操作会更改在对象上使用“AUTOCONSTRAIN”命令时约束的优先级。单击【确定】按钮，继续按照命令行指示，选择需要约束的对象进行操作即可。

**2. 删除几何约束**

无法修改几何约束，但可以删除并应用其他约束。在图形中的约束图标上单击鼠标右键时显示的快捷菜单中提供了多个约束选项（包括“删除”）。

1）菜单栏：【参数】|【删除约束】。

2）功能区：【参数化】选项卡|【管理】面板|【删除约束】。

3）命令：DELCONSTRAINT。

**3. 显示和验证几何约束**

可以显示与任意几何约束关联的对象，也可以确定与任意对象关联的几何约束。如图 10-2 所示，约束栏提供了有关如何约束对象的信息。约束栏显示一个或多个图标，这些图标表示已应用于对象的几何约束。需要移走约束栏时，可以进行拖动，也可以控制约束栏是处于显示还是隐藏状态。



图 10-2　约束栏

可通过两种方式确认几何约束与对象的关联。

- 在约束栏上滚动浏览约束图标时，将亮显与该几何约束关联的对象，如图 10-3 所示为垂直约束的关联对象。
- 将鼠标悬停在已应用几何约束的对象上时，会亮显与该对象关联的所有约束栏，如图 10-4 所示。

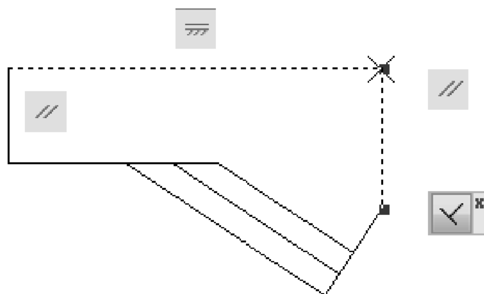


图 10-3　垂直约束

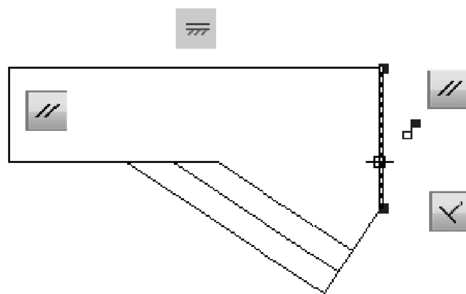


图 10-4　对象上的所有几何约束

对设计进行分析并希望过滤几何约束的显示时，隐藏几何约束会非常有用。例如，用户可以选择仅显示平行约束图标。下一步，可以选择只显示垂直约束的图标。

（1）显示或隐藏几何约束

1）菜单栏：【参数】|【约束栏】|【选择对象】。

2）功能区：【参数化】选项卡|【几何】面板|【显示/隐藏】。

3）命令行：CONSTRAINTBAR。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：//选择受约束对象，按【Enter】键。*

*输入选项[显示(S)/隐藏(H)/重置(R)]<显示>：*

（2）显示所有几何约束

1）菜单栏：【参数】|【约束栏】|【全部显示】。

2）功能区：【参数化】选项卡｜【几何】面板｜【全部显示】。

3）命令：SHOWALL。

（3）隐藏所有几何约束

1）菜单栏：【参数】｜【约束栏】｜【全部隐藏】。

2）功能区：【参数化】选项卡｜【几何】面板｜【全部隐藏】。

3）命令行：HIDEALL。

（4）使用约束栏快捷菜单更改约束栏设置

1）选择受约束对象，并确保选定对象的约束栏可见。

2）在约束栏上单击鼠标右键，然后单击“约束栏设置”，如图 10-5 所示。

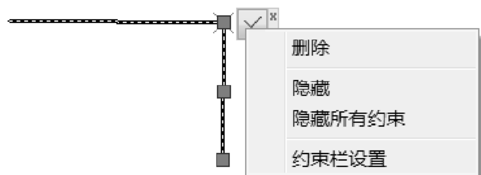



图 10-5　约束栏设置

3）弹出如图 10-6 所示【约束设置】对话框的【几何】选项卡。

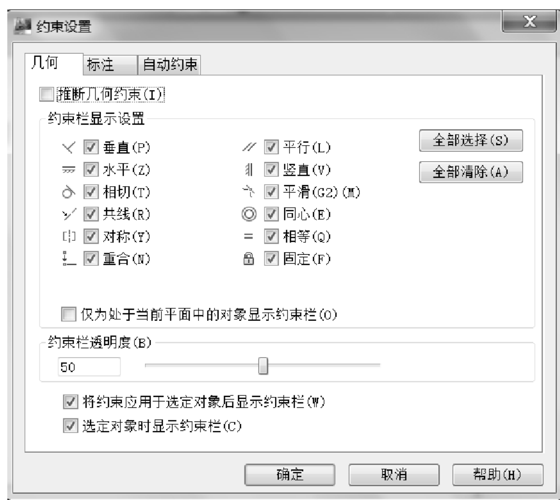



图 10-6　【约束设置】对话框的【几何】选项卡

选中或清除相应的复选框，使用滑块或输入值来设定图形中约束栏的透明度级别，单击【确定】按钮即可。

**4. 修改受约束对象**

可以通过以下方法编辑受约束的几何对象：使用夹点、编辑命令，释放或应用几何约束。

（1）使用夹点修改受约束对象

选择受约束对象，单击夹点并拖动以编辑修改受约束的几何图形。几何图形会保留应用的所有约束。例如图 10-7 所示，如果某条直线对象被约束为与某个圆保持相切，用户可以旋转该直线，并可以更改其长度和端点，但是，该直线或其延长线会保持与该圆相切。

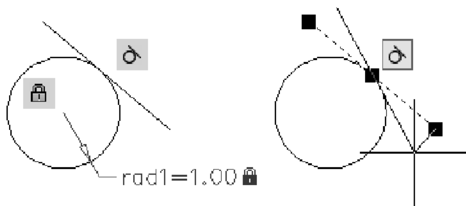



图 10-7　使用夹点修改与圆相切的直线对象

如果不是圆而是圆弧，则该直线或其延长线会保持与该圆弧或其延长线相切。修改欠约束对象最终产生的结果取决于已应用的约束以及涉及的对象类型。例如图 10-8 所示，如果尚未应用半径约束，则会修改圆的半径，而不修改直线的切点。

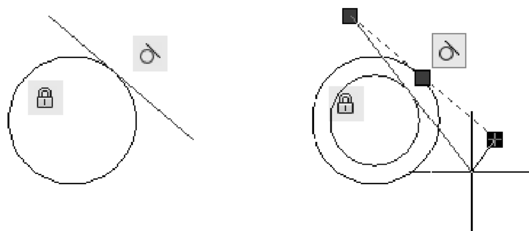


图 10-8　使用夹点修改与直线相切的圆对象

（2）使用编辑命令修改受约束对象

可以使用编辑命令，例如“MOVE”、“COPY”、“ROTATE”、“SCALE”和“STRETCH”，修改受约束的几何图形，结果会保留应用于对象的约束。注意在某些情况下，“TRIM”、“EXTEND”、“BREAK”和“JOIN”命令可以删除约束。

（3）关闭约束

1）单击受约束对象以选择该对象。

2）将鼠标移至夹点上，夹点会显示为红色，以显示该对象处于选中状态。

3）单击该夹点。按住并释放【Shift】键。

4）移动该对象。该对象将自由移动，因为它已不再受约束。

**5. 推断几何约束**

启用“推断约束”模式会自动在正在创建或编辑的对象与对象捕捉的关联对象或点之间应用几何约束。与“AUTOCONSTRAIN”命令相似，约束也只在对象符合约束条件时才会应用。推断约束后不会重新定位对象。打开“推断约束”时，用户在创建几何图形时指定的对象捕捉将用于推断几何约束。但是，不支持下列对象捕捉：交点、外观交点、延长线和象限点。

1）菜单栏：【参数】|【约束设置】。

2）功能区：【参数化】选项卡|【几何】面板|【约束设置】。

3）命令：CONSTRAINTSETTINGS。

弹出【约束设置】对话框的【几何】选项卡，选中或清除【推断几何约束】复选框，单击【确定】即可。

## 10.2　标注约束

标注约束可以控制二维几何对象之间或对象上的点之间的距离或角度，也可以通过变量和方程式约束几何图形。标注约束可以指定草图对象的大小，其建立过程与标注尺寸相似，同样设置尺寸标注线，同时建立相应的表达式，不同的是可以在后续的编辑工作中实现尺寸的参数化驱动。

如图 10-9 标注约束包括线性约束、对齐约束、角度约束和直径约束。如果更改标注约束的值，会计算对象上的所有约束，并自动更新受影响的对象。

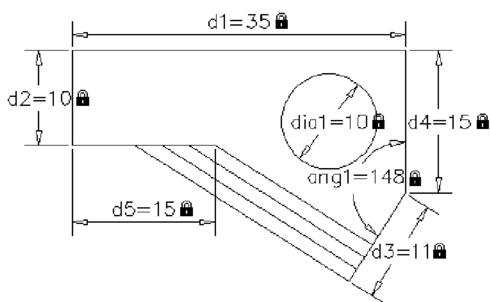



图 10-9　标注约束

### 10. 2. 1　距离和角度约束

应用标注约束会使几何对象之间或对象上的点之间保持指定的距离和角度。

菜单栏：【参数】|【标注约束】|【对齐】（或【固定】等各种标注约束类型）。

标注约束种类说明：

- 对齐标注约束：主要用于约束对象上两个点间的距离，或是约束不同对象上两个点间的距离。
- 水平标注约束：约束对象上两个点间或是不同对象上两个点间水平 X 方向的距离。
- 竖直标注约束：约束对象上两个点间或是不同对象上两个点间竖直 Y 方向的距离。
- 角度标注约束：约束直线段或多线段间的角度，由圆弧或多段圆弧段扫掠得到的角度，或对象三点间的角度。
- 半径标注约束：约束圆或圆弧的半径。
- 直径标注约束：约束圆或圆弧的直径。

### 10. 2. 2　表达式约束设计

可以将公式和方程式表示为标注约束参数内的表达式或通过定义用户变量来控制几何图形。如图10-10所示将圆约束到矩形中心，且圆中某个区域与该矩形的某个区域面积相等。

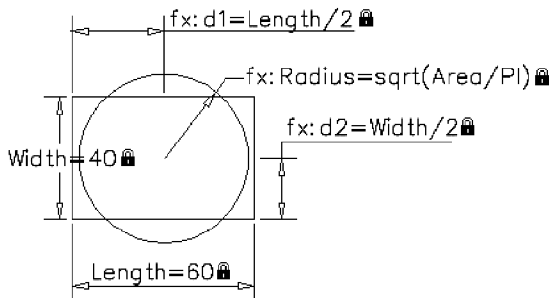



图 10-10　公式和方程式约束设计

长度和宽度标注约束参数设定为常量，d1 和 d2 约束为参照长度和宽度的简单表达式，半径标注约束参数设定为包含平方根函数的表达式，这些参数均显示在【参数管理器】中。

打开【参数管理器】的操作：

1）菜单栏：【参数】|【参数管理器】。

2）功能区：【参数化】选项卡|【管理】面板|【参数管理器】。

3）命令行：PARAMETERS。

打开如图 10-11 所示的【参数管理器】选项板，用于确定圆的面积方程式，有一部分包括在半径标注约束参数中，一部分定义为用户变量，或者将整个表达式 sqrt（Length * Width/PI）指定给半径标注约束参数，也可能已在用户变量或某些其他组合中进行定义。

【参数管理器】选项板，它包括当前图形中的所有标注约束参数、参照参数和用户变量，可以从参数管理器轻松创建、修改和删除参数。

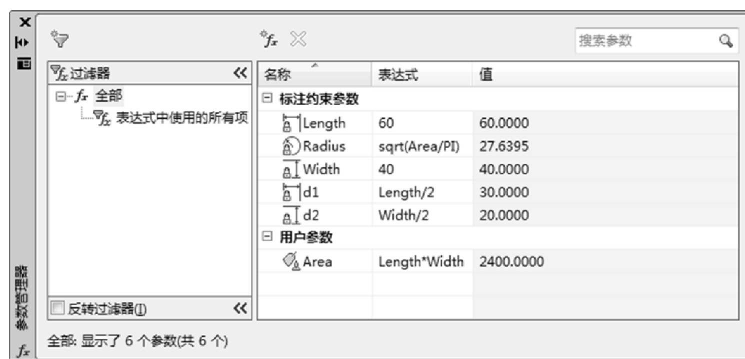



图 10-11　【参数管理器】选项板

标注约束参数和用户变量可在表达式内使用以下运算符，如图 10-12 所示。

注意使用英制单位时，参数管理器将减号或破折号当做单位分隔符而不是减法运算符。要指定减法运算，应在减号前面或后面至少添加一个空格。例如，计算 5′减去 9″时输入 5′ －9″而不是 5′－9″。

| 运算符 | 说明 |
|---|---|
| + | 加 |
| - | 减或取负值 |
| % | 浮点模数 |
| * | 乘 |
| / | 除 |
| ^ | 求幂 |
| ( ) | 圆括号或表达式分隔符 |
| . | 小数分隔符 |

图 10-12　表达式中可用运算符

## 10.3　典型实例——绘制阀门

本例主要应用草图约束命令编辑修改如图 10-13 所示的阀门零件。

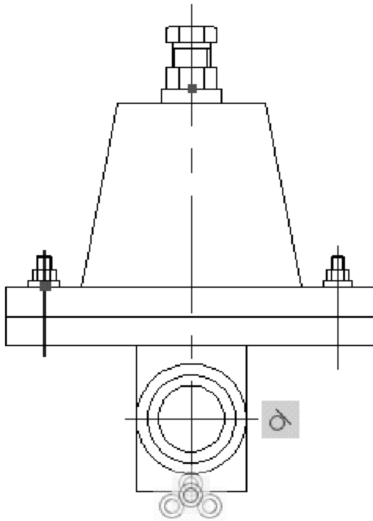


图 10-13　阀门零件

| | | |
|---|---|---|
| | 素材文件 | 配套光盘 \ 10 \ 素材 \ 10.3.DWG |
| | 完成模型 | 配套光盘 \ 10 \ 完成 \ 10.3.DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘 \ 10 \ 录屏 \ 10.3.AVI |

**1. 打开素材文件**

打开“10.3.DWG”零件草图，如图 10-14 所示。

**2. 几何约束——重合**

1）单击【几何约束】工具栏|【重合】按钮或在命令行执行“GCCOINCIDENT”命令，命令窗口将显示以下提示：

*选择第一个点或[对象(O)/自动约束(A)]<对象>：//阀口上中点*

*选择第二个点或[对象(O)]<对象>：//阀的下端中点*

结果如图 10-15 所示。

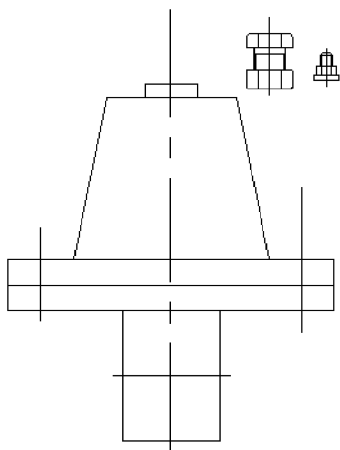


图 10-14　打开草图

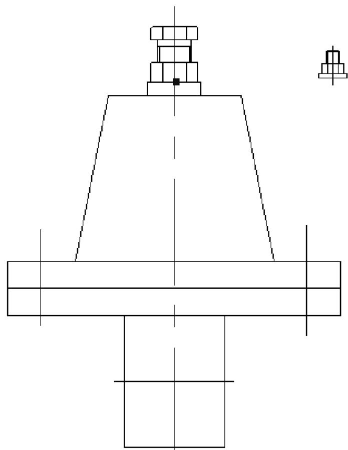


图 10-15　进行阀的“重合”约束

2）单击【几何约束】工具栏|【重合】按钮或按空格键/回车键继续重合操作，命令窗口将显示以下提示：

*选择第一个点或[对象(O)/自动约束(A)]<对象>：//左边构造线上一点*

*选择第二个点或[对象(O)]<对象>：//螺栓下端中点*

3）单击【修改】工具栏|【镜像】按钮或在命令行执行“MIRROR/MI”命令，选择对象为“螺栓”块，指定镜像线的第一点与第二点分别为中间竖直构造线的两端点，选择不删除镜像源，结果如图 10-16 所示。

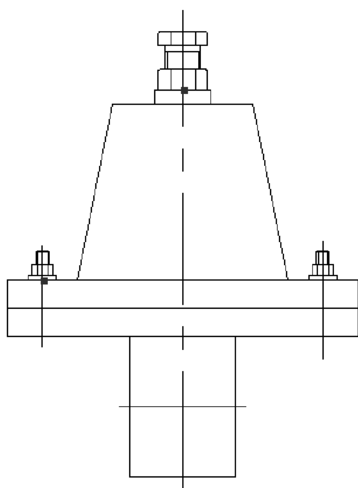


图 10-16　进行螺栓的“重合”约束

**3. 几何约束——相切**

1）单击【绘图】工具栏|【圆】按钮或在命令行中执行“CIRCLE/C”命令，指定圆心为下边构造线交点处，指定半径为 15。

2）单击【几何约束】工具栏|【相切】按钮或在命令行执行“GCTANGENT”命令，命令行提示：

*选择第一个对象：//选择圆*

*选择第二个对象：//选择下边竖直线*

结果如图 10-17 所示。

**4. 进行几何约束——同心**

1）单击【绘图】工具栏|【圆】按钮或在命令行中执行“CIRCLE/C”命令，指定圆心为任一点处，分别指定半径为 12 与 9，结果如图 10-18 所示。

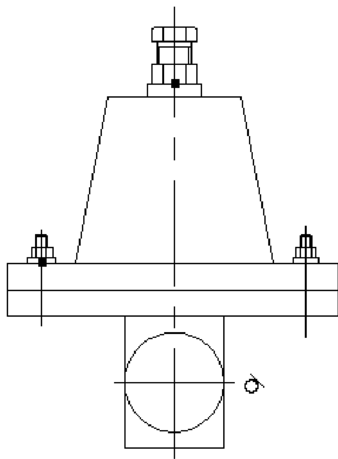


图 10-17　进行阀口的“相切”约束

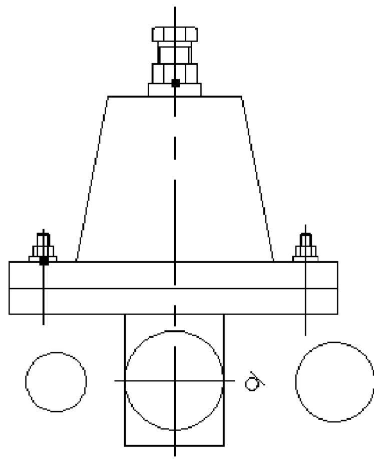


图 10-18　绘制圆

2）单击【几何约束】工具栏|【同心】按钮或在命令行执行“GCCONCENTRIC”命令，命令行提示：

*选择第一个对象：//选择半径为 15 的圆*

*选择第二个对象：//选择半径为 12 的圆*

3）继续“同心”约束操作，按空格键或回车键后，命令行提示：

*选择第一个对象：//选择半径为 15 的圆*

*选择第二个对象：//选择半径为 9 的圆*

完成草图约束绘制，结果如图 10-19 所示。

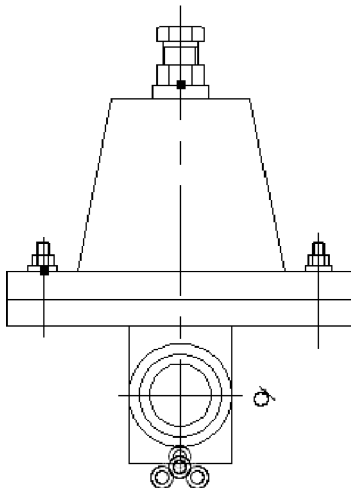


图 10-19　进行“同心”约束

# 第 11 章　三维绘图基础知识

传统的二维绘图设计，需要根据投影图想象其立体形状，这样给实际的交流和生产带来极大的不便。AutoCAD 2012 软件提供了强大的三维造型功能，可以创建模拟的三维空间，并且可以在该空间中直接创建出能够表达实体立体形状的三维模型。

## 11.1　三维坐标系统

三维建模实际上是在平面上创建三维形体，而视图方向的切换则是通过调整坐标系的位置和方向获得的。因此三维坐标系统是确定三维位置的基本手段，是研究三维空间的基础。

### 11.1.1　三维模型的分类

三维模型是对三维形体的空间描述，直观地表达了产品的设计效果。AutoCAD 支持 3 种类型的三维模型：线框模型、表面模型和实体模型。

**1. 线框模型**

线框模型是描绘三维对象的骨架。线框模型中没有面，只有描绘对象边界的点、直线和曲线。AutoCAD 可以在三维空间的任何位置放置二维（平面）对象来创建线框模型。AutoCAD 也提供一些三维线框对象，例如三维多段线和样条曲线。由于构成线框模型的每个对象都必须单独绘制和定位，因此，这种建模方式可能最耗时。

**2. 表面模型**

表面模型是通过面来表达三维形体的模型。它不仅定义三维对象的边而且定义面，所以可以进行消隐、着色等操作。表面模型适合构造复杂曲面，如发动机、汽车等复杂零件的表面，它一般使用多边形网格定义镶嵌面，但由于网格面是平面的，因此网格只能近似于曲面。但表面模型没有体的信息，创建后编辑修改不方便。

AutoCAD 提供两种类型的曲面：程序曲面和 NURBS 曲面。使用程序曲面可利用关联建模功能，而使用 NURBS 曲面可利用控制点造型功能。

**3. 实体模型**

实体模型描述了对象的整个体积，是信息最完整且二义性最小的一种三维模型，也是最容易使用的三维建模类型。复杂的实体模型在构造和编辑上较线框模型和表面模型要容易。使用实体模型，用户可以分析实体的质量、体积、重心等物理特性，可以为一些应用分析如数控加工、有限元等提供数据。

AutoCAD 中可以绘制各种基本实体对象（例如圆锥体、长方体、圆柱体和棱锥体），然后进行各种布尔运算，从而创建复杂的三维实体模型，也可以直接将二维图形通过拉伸、旋转或扫掠等操作创建实体模型。

几个三维绘制中的基本概念：

- 视点：用户观察图形的方向。

- 平面视图：当视线与 Z 轴平行时，用户看到 XY 平面上的视图即为平面视图。
- 高度：Z 轴上的坐标值。
- 厚度：对象沿 Z 轴测得的相对长度。
- 相机位置：即通过照相机观察三维模型，相当于视点。
- 目标点：用户通过照相机看某物体，聚集到一个清晰点上，该点就是目标点。AutoCAD 中即坐标系原点。
- 视线：将视点与目标点连接起来的线。
- 与 XY 平面的夹角：即视线与其在 XY 平面的投影线之间的夹角。
- XY 平面角度：即视线在 XY 平面的投影线与 X 轴正方向之间的夹角。

### 11.1.2　输入三维坐标

三维环境与 XY 平面坐标系统相比，三维世界坐标系统多了一个 Z 轴，增加的 Z 轴给坐标系统多规定了一个自由度，并和原来的两个自由度（X 和 Y）一起构成了三维坐标系统，简称三维坐标系。在三维空间中创建对象时，AutoCAD 提供了以下 3 种三维坐标形式：笛卡儿坐标、柱坐标或球坐标定位点。

**1. 三维笛卡儿坐标**

AutoCAD2012 使用笛卡儿坐标系，即通过使用三个坐标值来指定精确的位置：X、Y 和 Z。其使用的直角坐标系有两种类型：一种是世界坐标系（WCS），另一种是用户坐标系（UCS）。

（1）世界坐标系 WCS

世界坐标系也称为通用坐标系或绝对坐标系，它是在二维世界坐标系的基础上根据右手定则增加 Z 轴而形成的。大拇指是 X 方向，食指 Y 方向，中指 Z 方向，如图 11-1 所示。

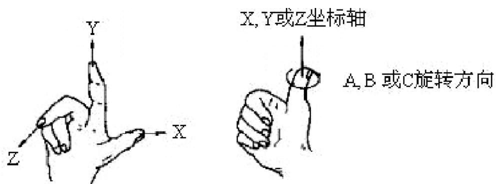


图 11-1　右手法则

对于二维绘图，由系统默认提供的世界坐标系（WCS）可以满足要求，但是为了方便创建三维图形，系统允许用户根据需要设定用户坐标系（UCS）。

（2）用户坐标系 UCS

用户坐标系 UCS 是处于活动状态的坐标系，它为坐标输入、操作平面和观察提供了一种可变动的坐标系。定义一个用户坐标系，即改变原点（0，0，0）的位置，以及 XY 平面（工作平面）和 Z 轴（用于垂直方向和旋转轴）的方向。可以在 AutoCAD 的三维空间中任何位置定位和定向 UCS。合理地创建 UCS，可以方便地创建三维模型。

**2. 圆柱坐标**

柱坐标输入相当于三维空间中的二维极坐标输入。它在垂直于 XY 平面的轴上指定另一个坐标。三维柱坐标分别通过定义某点在 XY 平面中距 UCS 原点的距离，在 XY 平面中与 X 轴所成的角度以及 Z 值来定位该点。

（1）指定使用绝对柱坐标的点

表示为：X < [与 X 轴所成的角度]，Z。

注意：如果启用动态输入，可以使用 # 前缀来指定绝对坐标。

如图 11-2 所示，坐标 5 <30，6 表示距当前 UCS 的原点 5 个单位、在 XY 平面中与 X 轴成 30°角、沿 Z 轴 6 个单位的点。

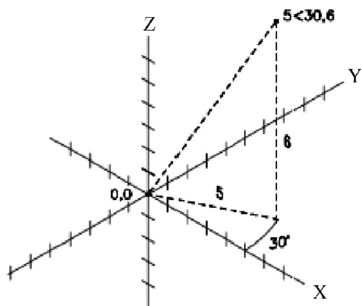



图 11-2　绝对柱坐标

（2）指定使用相对柱坐标的点

需要基于上一点而不是 UCS 原点来定义点时，可以输入带有@ 前缀的相对柱坐标值，表示为：@ x < 与 X 轴之间的角度，z。

例如，坐标@4 <60，2 表示沿 X 轴距上一个测量点 4 个单位、与 X 轴正方向成 60°角、在 Z 轴正方向移动 2 个单位的位置。

**3. 球坐标**

三维中的球坐标输入也与二维中的极坐标输入类似。可以分别通过指定某点距当前 UCS 原点的距离、与 X 轴所成的角度（在 XY 平面中）以及与 XY 平面所成的角度来定位点。

（1）指定使用绝对球坐标的点

表示为：X <［与 X 轴所成的角度］<［与 XY 平面所成的角度］。

注意：如果启用动态输入，可以使用 # 前缀来指定绝对坐标。

如图 11-3 所示，坐标 8 <60 <30 表示在 XY 平面中距当前 UCS 的原点 8 个单位、在 XY 平面中与 X 轴成 60°角以及在 Z 轴正向上与 XY 平面成 30°角的点。坐标 5 <45 <15 表示距原点 5 个单位、在 XY 平面中与 X 轴成 45°角、在 Z 轴正向上与 XY 平面成 15°角的点。

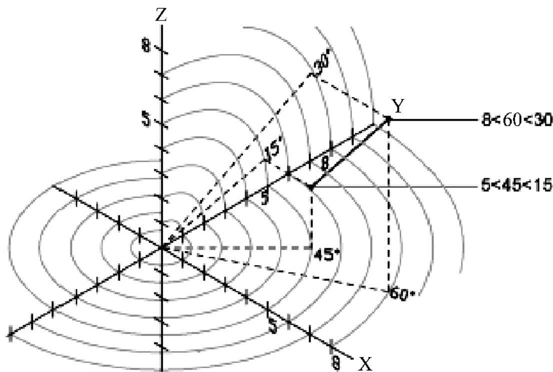



图 11-3　绝对球坐标

（2）指定使用相对球坐标的点

需要基于上一点而不是 UCS 原点来定义点时，可以输入带有@ 前缀的相对球坐标值，表示为：@ x < 与 x 轴之间的角度 < 与 xy 平面之间的角度。

例如，@4 <60 <30 表示距上一个测量点 4 个单位、在 XY 平面中与 X 轴正方向成 60°角以及与 XY 平面成 30°角的位置。

### 11.1.3　创建 UCS

创建三维实体模型时，为了便于绘制图形，经常需要调整坐标系到不同方位来完成特定的任务，这就需要创建 UCS 坐标系来辅助绘图。UCS 为坐标输入、操作平面和观察提供了一种可变动的坐标系，并且大多数三维编辑工具都依赖于 UCS 的位置和方向进行操作。

可从快速访问工具栏访问工作空间，也可随时从状态栏上的工作空间图标切换到“三维建模”或“三维基础”工作空间，方便进行三维建模操作。

1）菜单栏：选择【常用】选项卡|【坐标】面板|｜【新建 UCS（W）】命令。

2）工具栏：单击 UCS 工具栏上的任一按钮或者单击视图右上角 ViewCube 工具栏下方 WCS 下拉菜单中的【新 UCS】，如图 11-4 所示。

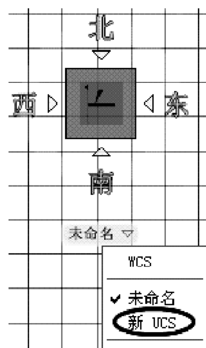



图 11-4　新建 UCS

3）命令行：UCS。

命令窗口将显示以下提示：

*当前 UCS 名称：＊世界＊　　　//系统显示当前坐标系*

*指定 UCS 的原点或[面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]<世界>：　//选择其中一种方式定义新坐标系*

- 指定 UCS 的原点。使用一点、两点或三点定义一个新的 UCS。
- 面（F）。将用户坐标系与三维实体上的面对齐。
- 命名（NA）。按名称保存并恢复通常使用的 UCS 方向。
- 对象（OB）。将用户坐标系与选定的对象对齐。UCS 的正 Z 轴与最初创建对象的平面垂直对齐。
- 上一个（P）。恢复上一个 UCS。
- 视图（V）。将用户坐标系的 XY 平面与垂直于观察方向的平面对齐。原点保持不变，但 X 轴和 Y 轴分别变为水平和垂直。
- 世界（W）。将当前用户坐标系设定为世界坐标系（WCS）。WCS 是所有用户坐标系的基准，不能被重新定义。
- X、Y、Z。绕指定轴旋转当前 UCS。

将右手拇指指向 X（Y 或 Z）轴的正向，卷曲其余四指。其余四指所指的方向即绕轴的正旋转方向。通过指定原点和一个或多个绕 X、Y 或 Z 轴的旋转，可以定义任意的 UCS，如图 11-5 所示。

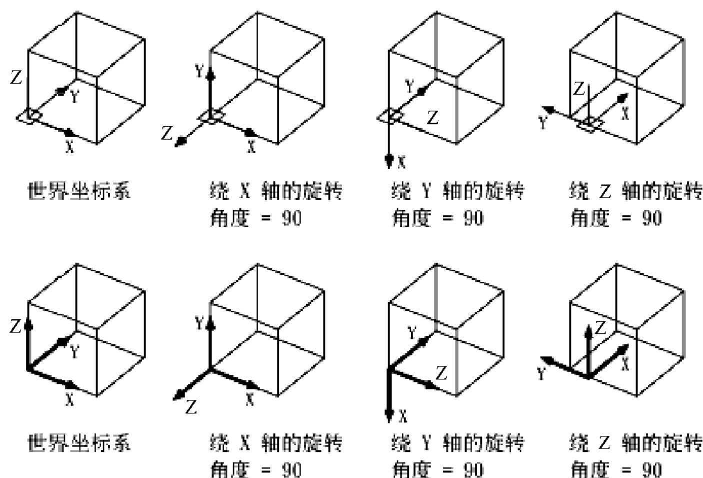



图 11-5　定义任意 UCS 坐标系

- Z 轴（ZA）。将用户坐标系与指定的正 Z 轴对齐。UCS 原点移动到指定的第一点，其

正 Z 轴通过指定的第二点。"对象"，将 Z 轴与离选定对象最近的端点的切线方向对齐。Z 轴正半轴指向背离对象的方向。

- 应用。其他视口保存有不同的 UCS 时将当前 UCS 设置应用到指定的视口或所有活动视口。

### 11.1.4　管理 UCS

用户可以使用命名 UCS 对话框管理和设置已定义的用户坐标系 UCS。

1）菜单栏：选择【常用】选项卡｜【坐标】面板｜坐标【命名 UCS】。

2）命令行：UCSMAN。

//执行 UCSMAN 命令

弹出【UCS】对话框，包括三个选项卡：【命名 UCS】选项卡、【正交 UCS】选项卡、【设置】选项卡，它能列出、重命名和恢复先前定义的用户坐标系，并控制视口的 UCS 和 UCS 图标设置。

- 【命名 UCS】选项卡。列出用户坐标系并设置当前 UCS，如图 11-6 所示。

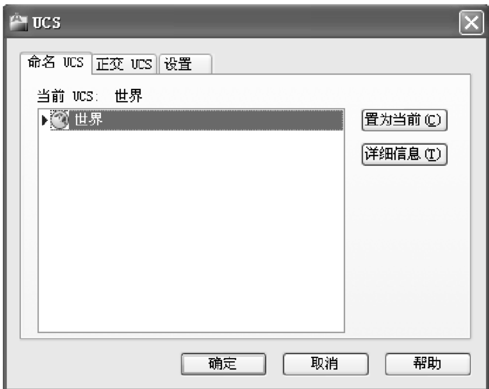



图 11-6　命名 UCS 选项卡

其中单击【详细信息】按钮显示"UCS 详细信息"对话框，其中显示了 UCS 坐标数据。也可以在选定坐标系的名称上单击鼠标右键，然后选择"详细信息"来查看该坐标系的详细信息，如图 11-7 所示。

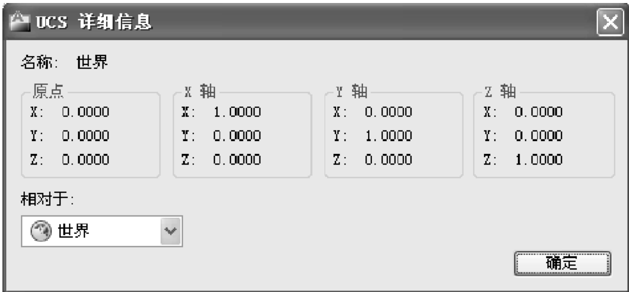



图 11-7　【UCS 详细信息】对话框

- 【正交 UCS】选项卡。将 UCS 改为正交 UCS 设置之一，如图 11-8 所示。

其中【相对于】选项指定用于定义正交 UCS 的基准坐标系。默认情况下，WCS 是基准坐标系。只要更改"相对于"设置，选定正交 UCS 的原点就会恢复到默认位置。

如果将图形中的正交坐标系保存为视口配置的一部分，或从"相对于"列表中选择了其他设置而不是"世界"，则正交坐标系的名称将变为 UNNAMED，以区别于预定义的正交坐标系。

- 【设置】选项卡。显示和修改与视口一起保存的 UCS 图标设置和 UCS 设置，如图 11-9 所示。

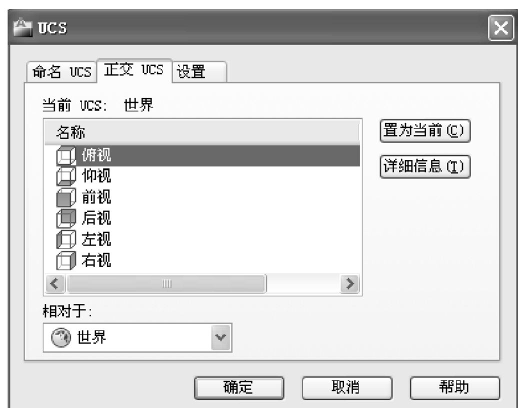



图 11-8 【正交 UCS】选项卡




图 11-9 【设置】选项卡

### 11.1.5 动态 UCS

使用动态 UCS 功能，可以在创建对象时使 UCS 的 XY 平面自动与实体模型上的平面临时对齐。

打开动态坐标系的方法是按下状态栏中的【允许/禁止动态 UCS】按钮，可以使用动态 UCS 在三维实体的平整面上创建对象，无需手动更改 UCS 方向。

打开动态坐标系功能后，将指针移动到实体模型某个面的边界上方对齐 UCS，而无需使用 UCS 命令。结束该命令后，UCS 将恢复到其上一个位置和方向。

动态 UCS 激活后，指定的点和绘图工具（例如极轴追踪和栅格）都将与动态 UCS 建立的临时 UCS 相关联。

### 11.1.6 控制 UCS 图标

“UCSICON”命令控制 UCS 图标的可见性、位置、外观和可选性。

1）工具栏：单击【常用】选项卡，【坐标】工具栏中的【UCS 图标，特性】按钮。

2）命令行：UCSICON。

命令窗口将显示以下提示：

*输入选项［开(ON)/关(OFF)/全部(A)/非原点(N)/原点(OR)/可选(S)/特性(P)］<开>：//UCSICON 命令选项*

- 打开：显示 UCS 图标。
- 关闭：关闭 UCS 图标的显示。
- 全部：将对图标的修改应用到所有活动视口。
- 非原点：不管 UCS 原点在何处，在视口的左下角显示图标。
- 原点：在当前 UCS 的原点（0，0，0）处显示该图标。如果原点超出视图，它将显示在视口的左下角。
- 可选：控制 UCS 图标是否可选并且可以通过夹点操作。
- 特性：显示【UCS 图标】对话框，从中可以控制 UCS 图标的样式、可见性和位置，如图 11-10 所示。

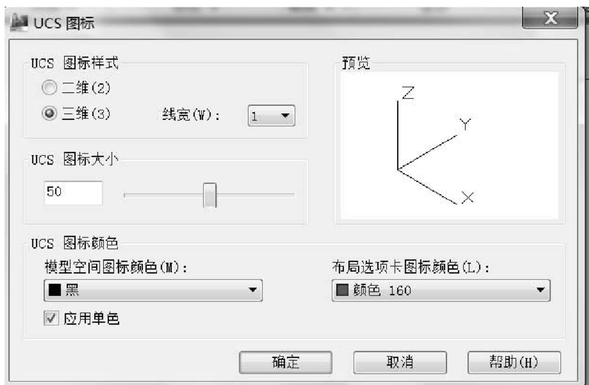



图 11-10　【UCS 图标】对话框

## 11.2　观察三维视图

三维绘图时，用户经常想要显示不同的视图以便能够在图形中看见和验证三维效果。AutoCAD 提供了多种创建 3D 视图的方法，用户既可以用系统预设的标准视点来获得模型多个方向的轴测图，也可以使用三维观察和导航工具，围绕三维模型进行动态观察、回旋、漫游和飞行，设置相机，创建预览动画以及录制运动路径动画，用户可以将这些分发给其他人以从视觉上传达设计意图。

### 11.2.1　标准视点观察

功能区：选择【视图】选项卡｜【视图】面板｜【视图】按钮。

AutoCAD 提供了 10 种标准视点，如图 11-11 所示。用户可以单击这些视点就能方便快捷地获得 3D 对象的 10 种视图，例如主视图、后视图、左视图、等轴测视图等，基本可以满足模型的需要。

当然，也可以通过【视图管理器】，根据需要新建视图或删除选定的视图。




图 11-11　【视图】面板

1）菜单栏：选择【视图】｜【命名视图】。

2）工具栏：【视图】｜。

3）命令行：VIEW。

打开【视图管理器】窗口，如图 11-12 所示，从中可以选择要显示的视图。

### 11.2.2　视点预设

视点表示用户观察图形和模型的方向，缺省视点坐标是（0，0，1）。用户可以通过视点预设改变视点坐标。通常使用两个参数定义视点：一是视点与坐标原点的连线在 XY 平面上投影与 X 轴的夹角，另一个是连线与 XY 平面的夹角。

1）菜单栏：选择【视图】｜【三维视图】｜【视点预置】。




图 11-12　【视图管理器】窗口

2）命令行：DDVPOINT。

打开【视点预设】窗口，如图 11-13 所示，以相对于世界坐标系（WCS）或用户坐标系（UCS）设定观察方向。其左侧图表示视点与坐标原点的连线在 XY 平面上投影与 X 轴的夹角，右侧图表示连线与 XY 平面的夹角。

- 设定为平面视图：以能观察到参考坐标系 XY 平面视图的方向来设定查看方向。

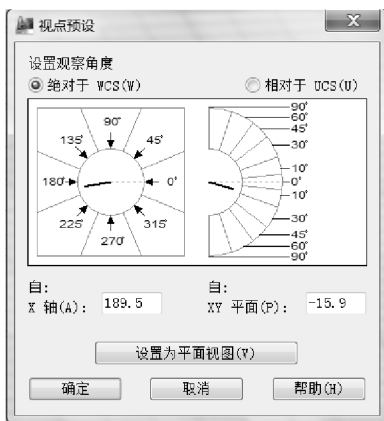



图 11-13　【视点预设】窗口

### 11.2.3　使用相机

用户可以通过在模型空间中放置相机和根据需要调整相机设置来定义三维视图。设置相机相当于设置观察点。

“CAMERA”命令用于设置相机位置和目标位置，以创建并保存对象的三维透视视图。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【视图】|【创建相机】命令。

2）工具栏：单击【渲染】选项卡，【相机】工具栏中的【创建相机】按钮。

3）命令行：CAMERA。

//执行 CAMERA 命令

命令窗口将显示以下提示：

*当前相机设置：高度 =0 焦距 =50 毫米*

*指定相机位置：　　　　//指定相机位置*

*指定目标位置：　　　　//指定目标位置*

*输入选项[？/名称(N)/位置(LO)/高度(H)/坐标(T)/镜头(LE)/剪裁(C)/视图(V)/退出(X)]<退出>：//输入相机选项*

- ？—列出相机：显示当前已定义相机的列表。

*输入要列出的相机名称<＊>：输入名称列表或按【Enter】键列出所有相机。*

- 名称：给相机命名。

*输入新相机的名称 <CAMERAL>：*

- 位置：指定相机的位置。

*指定相机位置 <当前>：*

- 高度：更改相机高度。

*指定相机高度 <当前>：*

- 目标：指定相机的目标。

*指定相机目标 <当前>：*

- 镜头：更改相机的焦距。

*指定焦距（以毫米为单位）<当前>：*

- 剪裁：定义前后剪裁平面并设定它们的值。

*是否启用前向剪裁平面？[是(Y)/否(N)] <否>：//指定“是”启用前向剪裁*
*指定从目标平面的前向剪裁平面偏移 <当前>：//输入距离*
*是否启用后向剪裁平面？[是(Y)/否(N)] <否>：//指定“是”启用后向剪裁*
*指定从目标平面的后向剪裁平面偏移 <当前>：//输入距离*

- 视图：设定当前视图以匹配相机设置。

是否切换到相机视图？[是（Y）/否（N）] <否>：

- 退出：退出该命令，完成相机的创建。

## 11.2.4　创建运动路径动画

使用运动路径动画观察图形时，可以通过将相机及其目标链接到点或路径来控制相机运动，从而控制动画，实现图形的动态观察。路径可以是直线、圆弧、椭圆弧、圆、多段线、三维多段线或样条曲线。如果要使动画视图与相机路径一致，请使用同一路径。在“运动路径动画”对话框中，将目标路径设定为“无”可以实现该目的，这是默认设置。

“ANIPATH”命令用于保存相机在三维模型中移动或平移的动画文件。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【视图】|【运动路径动画】命令。

2）工具栏：单击【渲染】选项卡，【动画】工具栏中的【动画运动路径】按钮。

3）命令行：ANIPATH。

//执行 ANIPATH 命令




图 11-14　【运动路径动画】对话框

弹出【运动路径动画】对话框，如图 11-14 所示，可以将相机及其目标链接到点或路径，并控制动画文件的输出。

## 11.2.5　使用视觉控制器 ViewCube

ViewCube 工具是在二维模型空间或三维视觉样式中处理图形时显示的一种可单击、可拖动的常驻界面。使用 ViewCube 工具，可以在标准视图和等轴测视图间切换。

ViewCube 工具显示后，将在窗口一角以不活动状态显示在模型上方，默认情况下它显示为半透明状态，这样便不会遮挡模型的视图，如图 11-15 所示。ViewCube 工具中央的立方体上标示了立体的前后、上下和左右的方向，用户单击立方体的表面，获得主视图、俯视图等 6 个基本视图，单击边线或棱角选取斜向的观察角度，获得其余 16 个预置观察方向的视图。

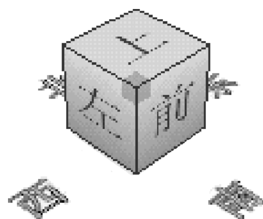



图 11-15　ViewCube 观察器

指南针显示在 ViewCube 工具的下方并指示为模型定义的北向。用户可以单击指南针上的基本方向字母以旋转模型，也可以单击并拖动其中一个基本方向字母或指南针圆环绕轴心点以交互方式旋转模型，用户可以选择任意的角度进行观察。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【视图】|【显示】|【ViewCube】命令。

2）工具栏：单击【视图】选项卡|【窗口】工具栏|【用户界面】|【ViewCube】按钮☑ViewCube。

3）命令行：NAVVCUBE。

//执行 NAVVCUBE 命令

命令窗口将显示以下提示：

*输入选项［开（ON）/关（OFF）/设置（S）］<ON>：s　　//ViewCube 命令选项*

输入 S，显示【ViewCube 设置】对话框，从中可以控制 ViewCube 的外观和位置，如图 11-16 所示。

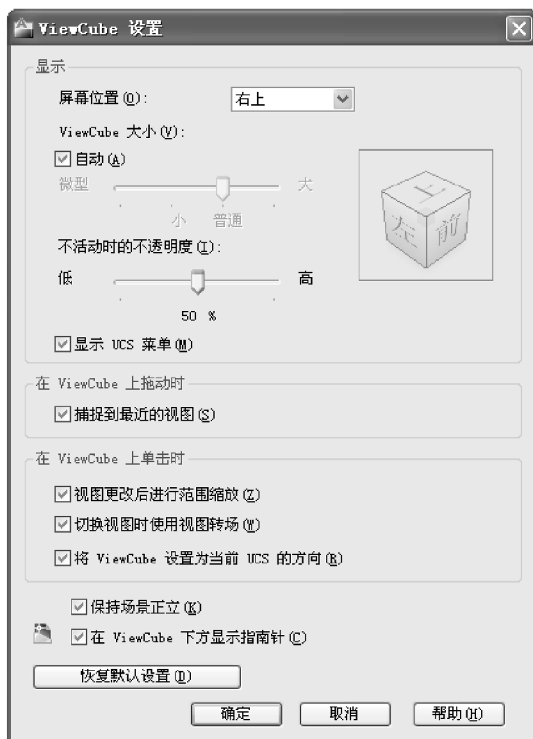



图 11-16　【ViewCube 设置】对话框

## 11.2.6　三维动态观察

AutoCAD 2012 提供了具有交互控制功能的三维动态观测器，利用三维动态观测器用户可以实时控制和改变当前视口中创建的三维视图。

**1. 全导航控制盘**（SteeringWheels）

全导航控制盘将多个常用导航工具结合到一个单一界面中，从而为用户节省了时间，控制盘上的每个按钮代表一种导航工具。控制盘是任务特定的，通过控制盘可以在不同的视图中导航和设置模型方向，如图 11-17 所示。




图 11-17　全导航控制盘

“NAVSWHEEL”命令提供对可通过光标快速访问的增强导航工具的访问。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【视图】|【SteeringWheels】命令。

2）工具栏：单击【视图】选项卡|【导航】面板。

3）命令行：NAVSWHEEL。

//执行 NAVSWHEEL 命令

打开“SteeringWheels”控制盘，按下控制盘中的【动态观察】，启动动态观察工具，这时屏幕上出现一个绿色轴心，用户拖动鼠标，就可以非常方便获得不同方向的 3D 视图。

**2. 使用动态观察命令**

1）菜单栏：选择菜单栏中的【视图】|【动态观察】命令。

2）工具栏：单击【视图】选项卡,【导航】面板|。

将提供 3 种对模型进行动态观察的方法，分别为【动态观察】、【自由动态观察】和【连续动态观察】。观察时，用户可以选择观察全部的对象或是模型中的一部分对象，拖动鼠标，视点会绕着中心点旋转，这样用户得到的显示结果就是一个动态连续的观察效果。

# 第 12 章　三 维 建 模

## 12.1　基本三维实体图元

本节基于 AutoCAD 经典工作空间介绍绘制基本三维实体图元，例如长方体、圆锥体、圆柱体、球体、楔体、棱锥体和圆环体。

### 12.1.1　长方体

“BOX”命令用于创建三维长方体。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】选项卡|【建模】面板|【长方体】命令。

2）命令行：BOX。

命令窗口将显示以下提示：

*指定第一个角点或[中心(C)]：　　　　//指定点或输入 C 指定长方体中心点*

*指定其他角点或[立方体(C)/长度(L)]：　　//指定长方体的另一角点或输入选项*

*指定高度或[两点(2P)]：　　　　　　　//指定高度或为“两点”选项输入 2P*

- 始终将长方体的底面绘制为与当前 UCS 的 XY 平面（工作平面）平行，在 Z 轴方向上指定长方体的高度，如图 12-1 所示，可以为高度输入正值和负值。
- 中心（C）：使用指定的中心点创建长方体，如图 12-2 所示。

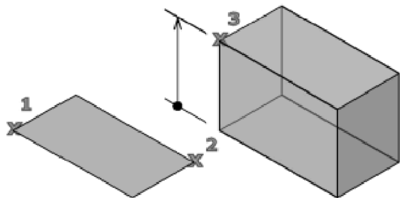



图 12-1　长方体三方向

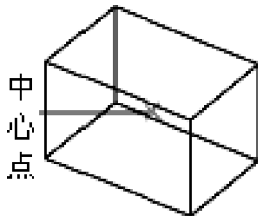



图 12-2　指定中心点创建长方体

- 立方体（C）：创建一个长、宽、高相同的长方体，如图 12-3 所示。
- 长度（L）：按照指定长宽高创建长方体。如果输入值，长度与 X 轴对应，宽度与 Y 轴对应，高度与 Z 轴对应。如果拾取点指定长度，则还要指定在 XY 平面上的旋转角度。
- 两点（2P）：指定长方体的高度为两个指定点之间的距离。

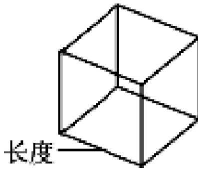



图 12-3　立方体

### 12.1.2　棱锥体

“PYRAMID”命令用于创建三维实体棱锥体。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】选项卡|【建模】面板|【棱锥体】命令。

2）命令行：PYRAMID。

命令窗口将显示以下提示：

*指定底面的中心点或[边(E)/侧面(S)]：　　　　//指定点或输入选项*

*指定底面半径或[内接(I)]：//指定底面半径或输入 I 指定底面内接圆半径*

*指定高度或[两点(2P)/轴端点(A)/顶面半径(T)]：//指定高度、输入选项或按【Enter】键指定默认的高度值*

- 默认情况下，可以通过基点的中心、边的中点和确定高度的另一个点来定义一个棱锥体，如图 12-4 所示。
- 边（E）：指定棱锥体底面一条边的长度，拾取两点。
- 侧面（S）：指定棱锥体的侧面数，可以输入 3 到 32 之间的数。
- 内接（I）：指定棱锥体底面内接于（在内部绘制）棱锥体的底面半径。
- 两点（2P）：将棱锥体的高度指定为两个指定点之间的距离。

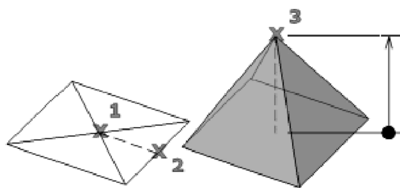


图 12-4　通过三点定义棱锥体

- 轴端点（A）：指定棱锥体轴的端点位置。
- 顶面半径（T）：指定棱锥体的顶面半径，并创建棱锥体平整面。

## 12.1.3　球体

“SPHERE”命令用于创建三维实体球体。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】选项卡|【建模】面板|【球体】命令。

2）命令行：SPHERE。

命令窗口将显示以下提示：

*指定中心点或[三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]：//指定点或输入选项*

*指定半径或[直径(D)]：　　//指定半径或直径*

可以通过指定圆心和半径上的点创建球体。

- 三点（3P）：通过在三维空间的任意位置指定三个点来定义球体的圆周。
- 两点（2P）：通过在三维空间的任意位置指定两个点来定义球体的圆周。
- 切点、切点、半径（T）：通过指定半径定义可与两个对象相切的球体，指定的切点将投影到当前 UCS。

## 12.1.4　圆锥体

“CONE”命令用于创建三维实体圆锥体，该实体以圆或椭圆为底面，以对称方式形成锥体表面，最后交于一点，或交于圆或椭圆的平整面。

1）菜单栏：选择【绘图】选项卡|【建模】面板|【圆锥体】命令。

2）命令行：CONE。

命令窗口将显示以下提示：

*指定底面的中心点或[三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)/椭圆(E)]：//指定点或输入选项*

*指定底面半径或[直径(D)]：//指定底面半径、输入 D 指定直径或按【Enter】键指定默认的底面半径值*

*指定高度或[两点(2P)/轴端点(A)/顶面半径(T)]：//指定高度、输入选项或按【Enter】键指定默认高*

*度值*

- 底面的中心点：使用指定的圆心创建圆锥体的底面。
- 三点（3P）：通过指定三个点来定义圆锥体的底面周长和底面。
- 两点（2P）（底面）：通过指定两个点来定义圆锥体的底面直径。
- 切点、切点、半径（T）：定义具有指定半径，且与两个对象相切的圆锥体底面。
- 椭圆（E）：指定圆锥体的椭圆底面。
- 直径（D）：指定圆锥体的底面直径。
- 两点（2P）（高度）：指定圆锥体的高度为两个指定点之间的距离。
- 轴端点（A）：轴端点定义了圆锥体的长度和方向。
- 顶面半径（T）：指定创建圆锥体平截面时圆锥体的顶面半径。

### 12.1.5 圆环体

"TORUS"命令用于创建圆环形三维实体。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】选项卡 |【建模】面板 |【圆环体】命令。

2）命令行：TORUS。

命令窗口将显示以下提示：

*指定中心点或[三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]：//指定点或输入选项*

*指定半径或[直径(D)]：　　//指定半径距离或输入 D*

*指定圆管半径或[两点(2P)/直径(D)]：　　//指定半径或输入选项*

- 可以通过指定圆环体的圆心、半径或直径以及围绕圆环体的圆管的半径或直径创建圆环体。

### 12.1.6 圆柱体

"CYLINDER"命令用于创建圆柱体。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】选项卡 |【建模】面板 |【圆柱体】命令。

2）命令行：CYLINDER。

命令窗口将显示以下提示：

*指定底面的中心点或[三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)/椭圆(E)]：//指定点或输入选项*

*指定底面半径或[直径(D)]<100.0000>：//指定半径距离或输入 D*

*指定高度或[两点(2P)/轴端点(A)]<100.0000>：　　//指定高度或输入选项*

### 12.1.7 楔体

"WEDGE"命令用于创建三维实体楔体。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】选项卡 |【建模】面板 |【楔体】命令。

2）命令行：WEDGE。

命令窗口将显示以下提示：

*指定第一个角点或[中心(C)]：　　//指定点或输入 C 指定圆心*

*指定其他角点或[立方体(C)/长度(L)]：　　//指定楔体的另一角点或输入选项*

*指定高度或［两点(2P)]<80.0000>：　　//指定高度或为"两点"选项输入 2P*

- 创建面为矩形或正方形的实体楔体。将楔体的底面绘制为与当前 UCS 的 XY 平面平

行，斜面正对第一个角点，楔体的高度与 Z 轴平行。倾斜方向始终沿 UCS 的 X 轴正方向。

### 12.1.8　多段体

“POLYSOLID”命令用于创建具有固定高度、宽度的直线段和曲线段的多段体。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】选项卡｜【建模】面板｜【多段体】命令。

2）命令行：POLYSOLID。

*指定起点或[对象(O)/高度(H)/宽度(W)/对正(J)　<对象>：//指定实体轮廓的起点，按【Enter】键指定要转换为实体的对象，或输入选项*

*指定下一点或[圆弧(A)/放弃(U)]：//指定实体轮廓的下一点，或输入选项*

- 可以将现有直线、二维多行段、圆弧或圆转换为具有矩形轮廓的实体。多实体可以包含曲线段，但是默认情况下轮廓始终为矩形。

## 12.2　三维网格曲面

三维网格曲面是通过定义网格的边界来创建平直的或弯曲的网格，网格形式包括直纹网格、平移网格和边界网格等。若需要使用消隐着色和渲染功能，但又不需要实体模型提供的物理特征（质量、体积等），则可以使用网格曲面。

### 12.2.1　直纹曲面

“RULESURF”命令用于创建两条直线或曲线之间曲面的网格，如图 12-5 所示。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】｜【建模】｜【网格】｜【直纹曲面】命令。

2）功能区：【网格】选项卡｜【图元】面板｜【直纹曲面】。

3）命令行：RULESURF。

命令窗口将显示以下提示：

*当前线框密度：SURFTAB1 =6*

*选择第一条定义曲线：　　//指定对象以及新网格对象的起点*

*选择第二条定义曲线：　　//指定对象以及新网格对象扫掠的起点*

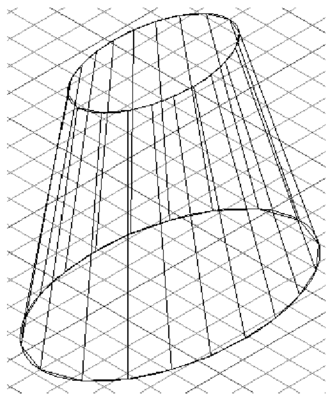


图 12-5　直纹曲面

- 选择两条用于定义网格的边。边可以是直线、圆弧、样条曲线、圆或多段线。
- 直纹网格将网格的半数顶点沿着一条定义曲线均匀放置，将另半数顶点沿着另一条曲线均匀放置。等分数目对每个曲线都是相同的，因此，如果曲线不等长，那么两条曲线上顶点之间的距离不相等。

### 12.2.2　平移曲面

“TABSURF”命令用于从沿直线路径扫掠的直线或曲线创建网格，如图 12-6 所示。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【建模】|【网格】|【平移曲面】命令。

2）功能区：【网格】选项卡|【图元】面板|【平移曲面】。

3）命令行：TABSURF。

命令窗口将显示以下提示：

*当前线框密度：SURFTAB1 =6　　//执行 TABSURF 命令*

*选择用作轮廓曲线的对象：　　//指定沿路径扫掠的对象*

*选择用作方向矢量的对象：　　//指定用于定义扫掠方向的直线或开放多线段*

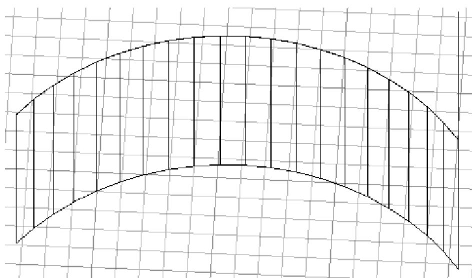


图 12-6　平移曲面

- 选择直线、圆弧、圆、椭圆或多段线，用于以直线路径进行扫掠。然后选择直线或多段线，以确定矢量的第一个点和最后一个点，该矢量指示多边形网格的方向和长度。

### 12.2.3　边界曲面

“EDGESURF”命令用于在四条相邻的边或曲线之间创建网格，如图 12-7 所示。

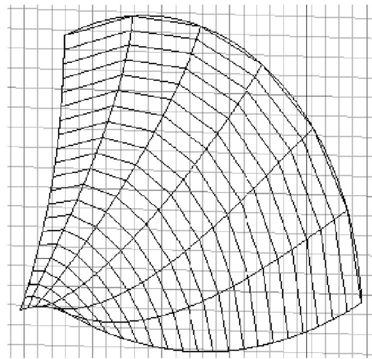


图 12-7　边界曲面

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【建模】|【网格】|【边界曲面】命令。

2）功能区：【网格】选项卡|【图元】面板|【边界曲面】。

3）命令行：EDGESURF。

命令窗口将显示以下提示：

*当前线框密度：*

*SURFTAB1 =6 SURFTAB2 =6*

*选择用作曲面边界的对象 1：　　//指定要用作边界的第一条边。*

*选择用作曲面边界的对象 2：　　//指定要用作边界的第二条边。*

*选择用作曲面边界的对象 3：　　//指定要用作边界的第三条边。*

*选择用作曲面边界的对象 4：　　//指定要用作边界的最后一条边。*

- 选择四条用于定义网格的边。边可以是直线、圆弧、样条曲线或开放的多段线，这些边必须在端点处相交以形成一个闭合路径。

### 12.2.4　旋转曲面

“REVSURF”命令通过绕轴旋转轮廓来创建网格，如图 12-8 所示。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【建模】|【网格】|【旋转曲面】命令。

2）功能区：【网格】选项卡|【图元】面板|【旋转曲面】。

3）命令行：REVSURF。

命令窗口将显示以下提示：

*当前线框密度：*

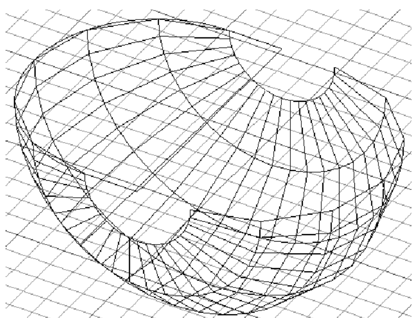


图 12-8　旋转曲面

*SURFTAB1 = 6 SURFTAB2 = 6*

*选择要旋转的对象：　　//选择直线、圆弧、圆或二维/三维多段线。*

*选择定义旋转轴的对象：//选择直线或打开二维或三维多段线，轴方向不能平行于原始对象的平面。*

*指定起点角度 <0>：　　//指定起点角度*

*指定包含角( + = 逆时针，– = 顺时针) <360>：//指定网格绕旋转轴延伸的距离*

- 旋转曲面是选择直线、圆弧、圆或二维/三维多段线，沿围绕选定轴的环形路径进行扫掠而成。
- 路径曲线绕选定的轴被扫掠，从而可以定义网格。选择圆或闭合的多段线作为路径曲线，可以在 N 方向上闭合网格。
- 从多段线的第一个顶点指向最后一个顶点的矢量决定旋转轴。中间的任意顶点都将被忽略。
- 起始角度如果设定为非零值，将以生成路径曲线的某个偏移开始网格旋转。
- 包含角是路径曲线绕轴旋转所扫过的角度。

### 12.2.5　平面曲面

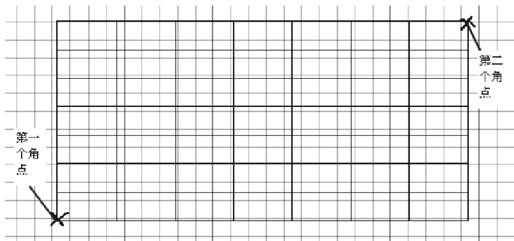



图 12-9　平面曲面

“PLANESURF” 命令用来创建平面曲面，如图 12-9 所示。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【建模】|【曲面】|【平面】命令。

2）命令行：PLANESURF。

命令窗口将显示以下提示：

*指定第一个角点或[对象(O)] <对象>：　　//指定平面的第一个点*

*指定其他角点：　　//指定平面曲面的第二个点*

- 可以通过选择闭合的对象或指定矩形表面的对角点创建平面曲面。通过命令指定曲面的角点时，将创建平行于工作平面的曲面。

## 12.3　由二维图形创建实体

将二维轮廓线沿指定的引导线扫描得到三维实体。

### 12.3.1　拉伸实体

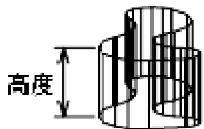



图 12-10　拉伸实体

“EXTRUDE” 命令通过将曲线拉伸到三维空间可创建三维实体或曲面，如图 12-10 所示。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【建模】|【拉伸】命令。

2）功能区：【常用】选项卡｜【建模】面板｜【拉伸】。

3）命令行：EXTRUDE。

命令窗口将显示以下提示：

*当前线框密度：ISOLINES =4*

*选择要拉伸的对象或[模式(MO)]：//指定要拉伸的对象。按住【Ctrl】键的同时选择面和边子对象来选择面和边子对象。*

*指定拉伸的高度或[方向(D)/路径(P)/倾斜角(T)/表达式(E)]<0.0000>：指定拉伸高度，或输入选项。*

- 模式（MO）：控制拉伸对象是实体还是曲面。
- 拉伸的高度：默认情况下，将沿对象的法线方向拉伸平面对象。
- 路径（P）：指定基于选定对象的拉伸路径。路径将移动到轮廓的质心，然后沿选定路径拉伸选定对象的轮廓以创建实体或曲面，如图 12-11 所示。
- 倾斜角（T）：指定拉伸的倾斜角。如图 12-12 所示，正角度表示从基准对象逐渐变细地拉伸，而负角度则表示从基准对象逐渐变粗地拉伸。

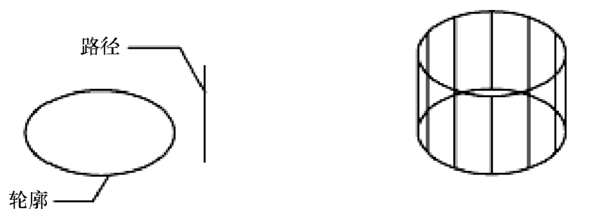



图 12-11　拉伸路径

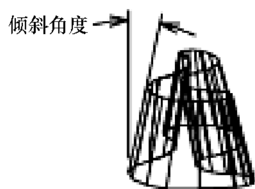



图 12-12　拉伸倾斜角

- 表达式（E）：输入公式或方程式以指定拉伸高度。

## 12.3.2　旋转实体

“REVOLVE”命令通过绕轴扫掠对象创建三维实体或曲面，如图 12-13 所示。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】｜【建模】｜【旋转】命令。

2）功能区：【常用】选项卡｜【建模】面板｜【旋转】。

3）命令行：REVOLVE。

命令窗口将显示以下提示：

*当前线框密度：ISOLINES =4*

*选择要旋转的对象或[模式(MO)]：_MO 闭合轮廓创建模式[实体(SO)/曲面(SU)]<实体>：_SO*

*选择要旋转的对象或[模式(MO)]：*

*选择要旋转的对象或[模式(MO)]：*

*指定轴起点或根据以下选项之一定义轴[对象(O)/X/Y/Z]<对象>：*

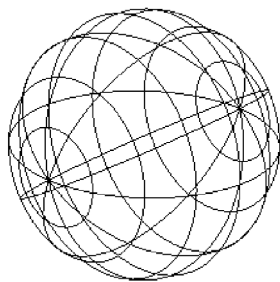


图 12-13　旋转实体

### 12.3.3　放样实体

"LOFT"命令在若干横截面之间的空间中创建三维实体或曲面，如图12-14所示。

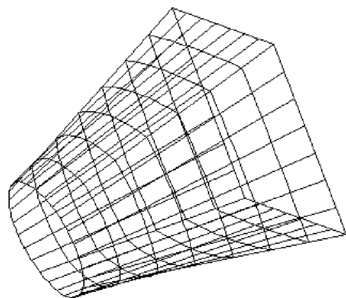


图12-14　放样实体

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】|【建模】|【放样】命令。

2）功能区：【常用】选项卡|【建模】面板|【放样】。

3）命令行：LOFT。

命令窗口将显示以下提示：

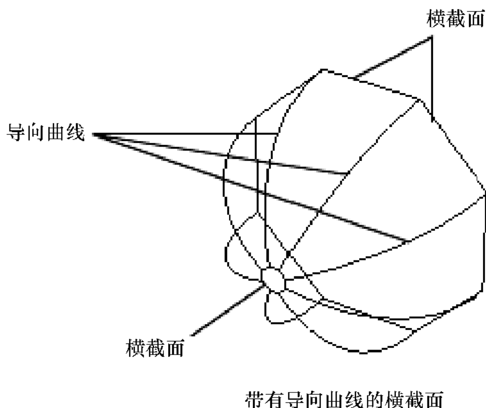
*当前线框密度：ISOLINES = 10*

*按放样次序选择横截面或[点(PO)/合并多条边(J)/模式(MO)]：_MO 闭合轮廓创建模式[实体(SO)/曲面(SU)] <实体>：_SO //按曲面或实体通过曲线的次序指定开放或闭合曲线。*

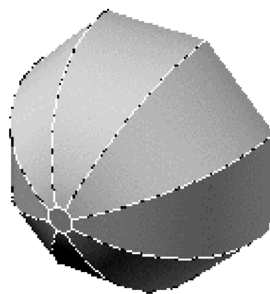
……

*输入选项[导向(G)/路径(P)/仅横截面(C)/设置(S)] <仅横截面>：*

- 点（PO）：如果选择"点"选项，还必须选择闭合曲线。
- 合并多条边（J）：将多个端点相交曲线合并为一个横截面。
- 模式（MO）：控制放样对象是实体还是曲面。
- 导向（G）：指定控制放样实体或曲面形状的导向曲线。如图12-15所示，可以使用导向曲线来控制点如何匹配相应的横截面，要求导向曲线与每个横截面相交、始于第一个横截面、止于最后一个横截面。




带有导向曲线的横截面



放样实体

图12-15　导向放样

- 路径（P）：指定放样实体或曲面的单一路径，路径曲线必须与横截面的所有平面相交，如图12-16所示。
- 仅横截面（C）：在不使用导向或路径的情况下，创建放样对象。
- 设置（S）：显示【放样设置】对话框，如图12-17所示，控制放样曲面在其横截面处的轮廓。

【直纹】：指定实体或曲面在横截面之间是直纹（直的），并且在横截面处具有鲜明边

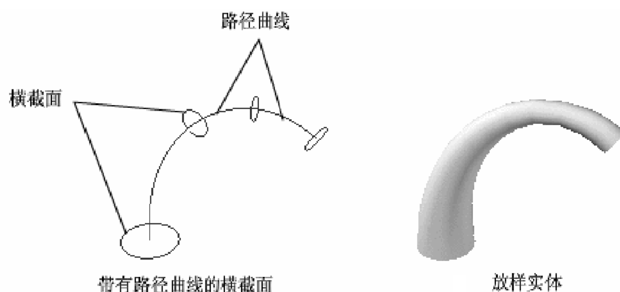



图 12-16　路径放样

界，如图 12-18 所示。

【平滑拟合】：指定在横截面之间绘制平滑实体或曲面，并且在起点横截面和端点横截面处具有鲜明边界，如图 12-19 所示。

【起点连续性】：设定第一个横截面的切线和曲率。

【起点凸度幅值】：设定第一个横截面的曲线的大小。

【端点连续性】：设定最后一个横截面的切线和曲率。

【端点凸度幅值】：设定最后一个横截面的曲线的大小。

【法线指向】：控制实体或曲面在其通过横截面处的曲面法线。

【拔模斜度】：控制放样实体或曲面的第一个和最后一个横截面的拔模斜度和幅值。拔模斜度为曲面的开始方向，0 定义为从曲线所在平面向外，如图 12-20 所示。

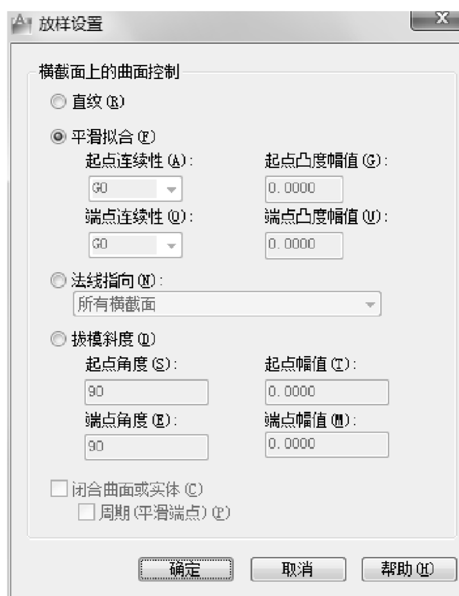



图 12-17　【放样设置】对话框

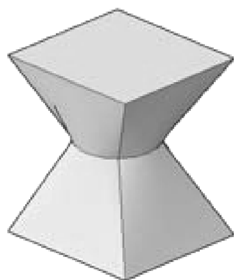


图 12-18　直纹放样

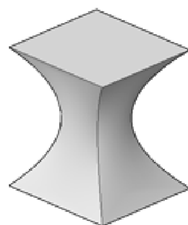


图 12-19　平滑拟合

【闭合曲面或实体】：闭合和开放曲面或实体，如图 12-21 所示。

【周期（平滑端点）】：创建平滑的闭合曲面，在重塑该曲面时其接缝不会扭折。仅当放样为直纹或平滑拟合且选择了“闭合曲面或实体”选项时，此选项才可用。




图 12-20　拔模斜度

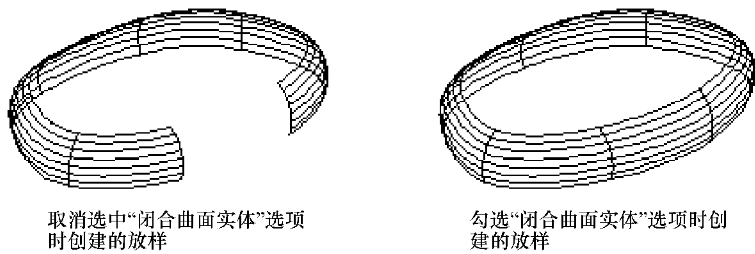



图 12-21　勾选曲面或实体

### 12.3.4　扫掠实体

“SWEEP” 命令通过沿路径扫掠二维对象或者三维对象或子对象来创建三维实体或曲面，如图 12-22 所示。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【绘图】｜【建模】｜【扫掠】命令。

2）功能区：【常用】选项卡｜【建模】面板｜【扫掠】。

3）命令行：SWEEP。

命令窗口将显示以下提示：

*当前线框密度：ISOLINES = 10*

*选择要扫掠的对象或[模式(MO)]：_ MO 闭合轮廓创建模式[实体(SO)/曲面(SU)] <实体>：_ SO //指定要用作扫掠截面轮廓的对象。*

*选择要扫掠的对象或[模式(MO)]：*

*选择要扫掠的对象或[模式(MO)]：*

*选择扫掠路径或[对齐(A)/基点(B)/比例(S)/扭曲(T)]：*

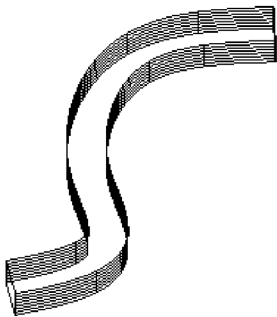


图 12-22　扫掠实体

- 扭曲（T）：设置正被扫掠对象的扭曲角度，扭曲角度指定沿扫掠路径全部长度的旋转量。

## 12.4　实体布尔运算

布尔运算贯穿整个建模过程，该运算用于确定建模过程中多个体（曲面或实体）之间的组合关系，通过布尔运算可将多个形体组合为一个形体，以实现一些特殊造型，例如孔、槽、凸台和轮齿等特征。

## 12.4.1　并集运算

并集运算可以将两个或多个三维实体、曲面或二维面域合并为一个组合三维实体、曲面或面域，必须选择类型相同的对象进行合并，如图 12-23 所示。

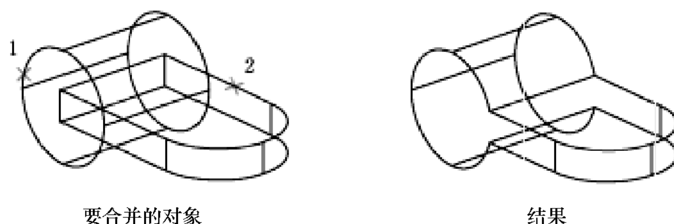



图 12-23　并集运算

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【并集】命令。

2）命令行：UNION。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　//选择要合并的三维实体、曲面或面域*

## 12.4.2　差集运算

通过差集运算将可以从一组实体中删除与另一组实体的公共区域，合并选定的三维实体，如图 12-24 所示。

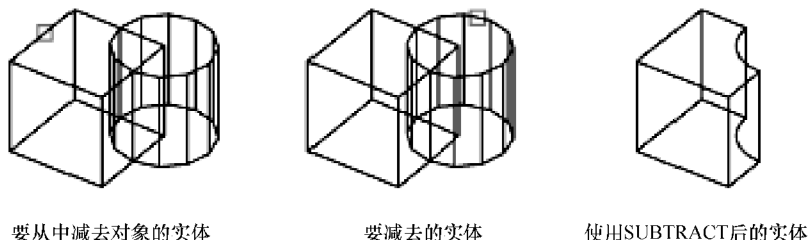



图 12-24　差集运算

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【差集】命令。

2）命令行：SUBTRACT。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象(从中减去)：//指定要通过差集修改的三维实体、曲面或面域。*

*选择对象(减去)：//指定要从中减去的三维实体、曲面或面域。*

## 12.4.3　交集运算

交集运算是求得两个对象的公共部分，而去除其余部分，从而形成一个新的组合对象。执行该运算时，选取进行交集的对象不分先后，如图 12-25 所示。

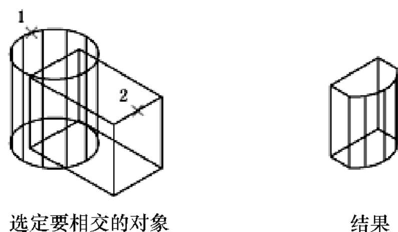



图 12-25　交集运算

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编

辑】|【交集】命令。

2）命令行：INTERSECT。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　//选择要相交的三维实体、曲面或面域。*

### 12.4.4　干涉检查

在装配过程中，很容易出现模型之间的干涉现象，因此可通过干涉检查操作，检查两个或多个实体间的干涉情况，以便及时调整模型的尺寸和相对位置，达到准确的装配效果。如图 12-26 所示。

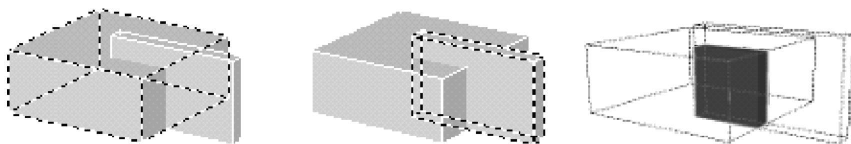


图 12-26　检查干涉情况

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【干涉检查】命令。

2）命令行：INTERFERE。

命令窗口将显示以下提示：

*检查 2 组对象之间的干涉或 1 组对象内的干涉……*

*选择第一组对象或[嵌套选择(N)]：//使用对象选择方法或输入选项*

*选择第二组对象或[嵌套选择(N)/检查当前(K)]<检查>：//使用对象选择方法，输入 n 或按【Enter】键检查干涉*

回车后，系统弹出【干涉检查】对话框，如图 12-27 所示，用于循环、缩放、删除或保留干涉对象，干涉区域显示为新的亮显实体对象。




图 12-27　【干涉检查】对话框

## 12.5　典型实例——绘制三通管

本例主要应用基本三维建模命令绘制如图 12-28 所示的三通管零件。

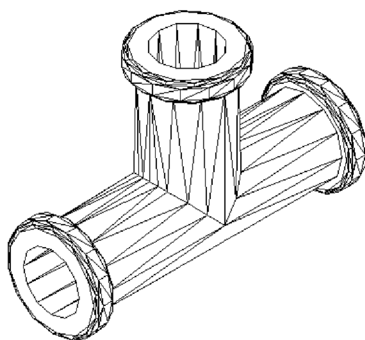


图 12-28　三通管

| | | |
|---|---|---|
| | 完成模型 | 配套光盘 \ 12 \ 完成 \ 12. 5. DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘 \ 12 \ 录屏 \ 12. 5. AVI |

首先切换进入【三维建模】工作空间进行三维零件的绘制。

**1. 绘制圆柱体**

（1）绘制水平圆柱体

1）将“粗实线”层设置为当前图层。

2）选择【常用】功能区｜【视图】选项板｜【左视】，在左视图上绘制轴孔。

3）【常用】功能区｜【绘图】选项板｜【圆】按钮，单击任意一点作为圆心，在命令行中输入半径 8，按回车键，绘制出一个直径为 16 的圆，如图 12-29 所示。

4）单击【常用】功能区｜【建模】选项板｜【拉伸】按钮，选中绘制的圆，在命令行输入数字 50，按回车键。

5）选择【常用】功能区｜【视图】选项板｜【西南等轴测】视图，观察拉伸后的效果，如图 12-30 所示。

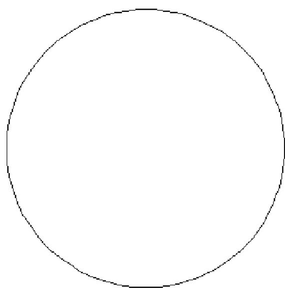


图 12-29　绘制的圆

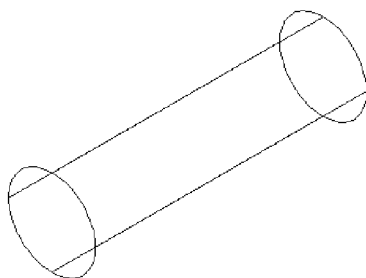


图 12-30　拉伸绘制的圆

（2）绘制竖直的圆柱体

1）用鼠标右键单击状态栏的【对象捕捉】按钮，选中象限点复选框。

2）选择【常用】功能区｜【视图】选项板｜【俯视】视图，单击【绘图】选项板｜【圆】按钮，捕捉左侧圆的象限点为圆心，如图 12-31 所示。在命令行中输入半径 8，按回车键，绘制出一个直径为 16 的圆，如图 12-32 所示。

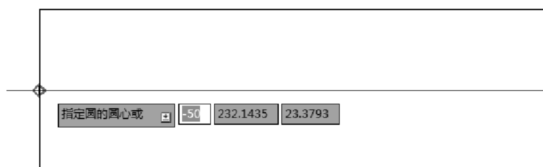



图 12-31　捕捉圆心



图 12-32　绘制的圆

3）单击【常用】功能区 |【建模】选项板 |【拉伸】按钮拉伸，选中绘制的圆，在命令行输入数字 25，按回车键。选择【视图】选项板 |【前视】视图前视，如图 12-33 所示。

4）单击状态栏的【正交模式】按钮，启用正交模式，单击【常用】功能区 |【修改】选项板 |【移动】按钮移动，将绘制的竖直圆柱体向上移动 8，向右移动 25，如图 12-34所示。



图 12-33　拉伸绘制的圆

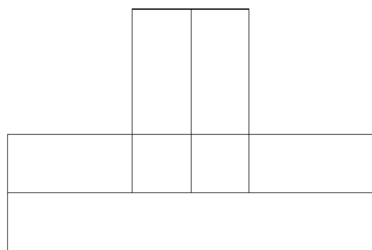


图 12-34　移动圆柱体

（3）合并两个圆柱体

1）选择【视图】选项板 |【西南等轴测】视图西南等轴测，单击【实体编辑】选项板 |【并集】并集，选中两个圆柱体，按回车键。

2）单击【视图】功能区 |【视觉样式】选项板 |【隐藏】按钮，隐藏看不到的线段，如图 12-35 所示。

**2. 绘制三通管的凸台**

（1）绘制圆柱形凸台

1）单击【常用】功能区 |【绘图】选项板 |【圆】按钮，捕捉左侧端面的圆心，在命令行中输入半径 10，按回车键，绘制出一个直径为 20 的圆，如图 12-36 所示。

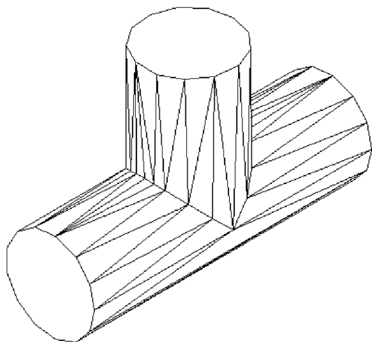


图 12-35　合并两个圆柱体

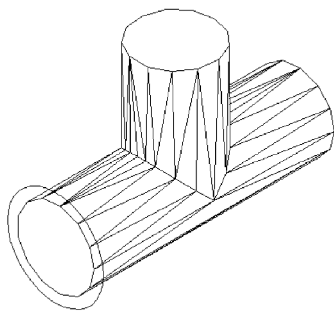


图 12-36　绘制的圆

2）单击【建模】选项板｜【拉伸】按钮拉伸，选中绘制的圆，将光标向左侧移动，在命令行输入数字 4，按回车键。

3）单击【视图】功能区｜【视觉样式】选项板｜【隐藏】按钮，隐藏看不到的线段，如图 12-37 所示。

（2）镜像复制凸台

1）选择【常用】功能区｜【视图】选项板｜【前视】视图，如图 12-38 所示。

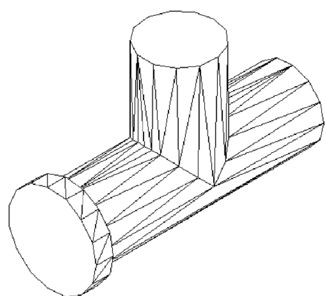


图 12-37　绘制的凸台

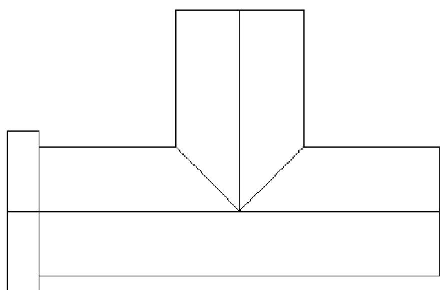


图 12-38　前视图

2）单击【修改】选项板｜【镜像】按钮镜像，选择绘制的凸台，捕捉竖直圆柱体上端面中间的象限点和竖直圆柱体的下端点为镜像线，在命令行输入“N”，选择不删除源对象，镜像后的效果如图 12-39 所示。

3）单击【修改】选项板｜【复制】按钮复制，选择左侧的凸台，向上复制一个凸台，如图 12-40 所示。

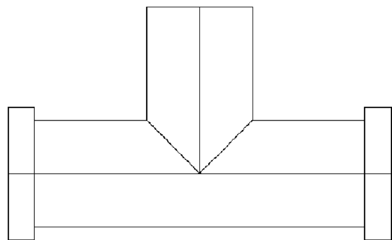


图 12-39　镜像凸台

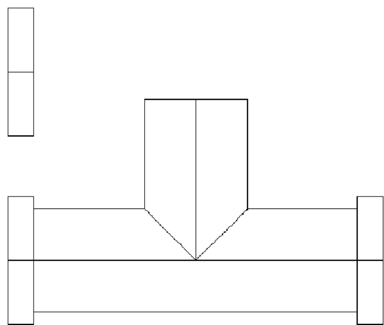


图 12-40　复制的凸台

4）单击【修改】选项板｜【旋转】按钮，选择复制的凸台，指定凸台上任意一点为基点，在命令行输入旋转角度“90”，按回车键。选择【视图】选项板｜【西南等轴测】视图西南等轴测，如图 12-41 所示。

5）单击【修改】选项板｜【移动】按钮移动，捕捉旋转后凸台下端面的圆心，单击该点，再捕捉竖直圆柱体上端面的圆心，单击它，将凸台移动到竖直的圆柱上，如图 12-42 所示。

6）单击【实体编辑】选项板｜【并集】按钮并集，选中圆柱体和三个凸台，按回车键。单击【视图】功能区｜【视觉样式】选项板｜【隐藏】按钮，隐藏看不到的线段，如图 12-43 所示。

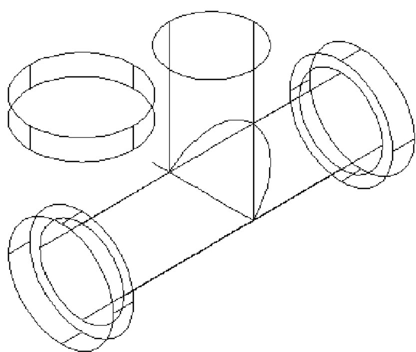


图12-41　西南等轴测视图

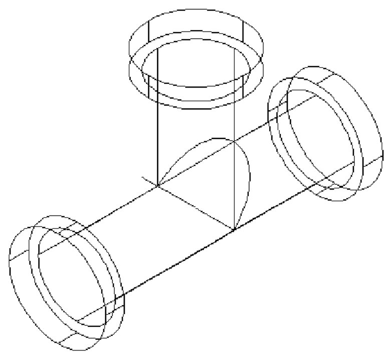


图12-42　移动凸台

**3. 绘制空心圆柱体及倒角**

（1）绘制圆柱体

1）单击【常用】功能区｜【绘图】选项板｜【圆】按钮，捕捉左侧端面的圆心，在命令行中输入半径6，按回车键，绘制出一个直径为12的圆，同样方法在竖直的圆柱上端面绘制一个直径为12的圆，如图12-44所示。

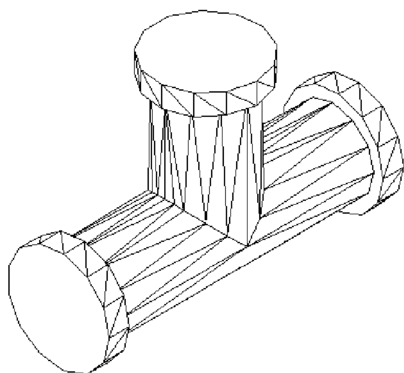


图12-43　合并凸台和圆柱体

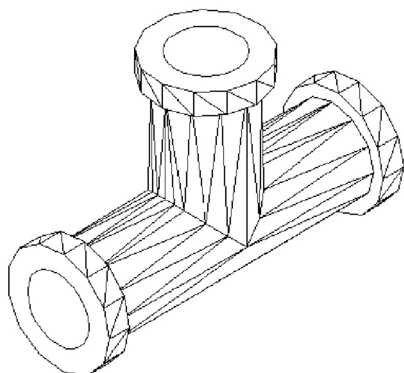


图12-44　绘制的圆

2）单击【建模】选项板｜【拉伸】按钮，选中在左端面绘制的圆，将光标向右移动，在命令行输入数字58，按回车键。单击【建模】选项板｜【拉伸】按钮，选中竖直圆柱体上端面的圆，将光标向下移动，在命令行输入数字29，按回车键。如图12-45所示。

3）单击【实体编辑】选项板｜【差集】按钮差集，选中外面的圆柱体，按回车键，再选中里面的两个新绘制圆柱体为剪切的实体，按回车键。单击【视图】功能区｜【视觉样式】选项板｜【隐藏】按钮，隐藏看不到的线段，如图12-46所示。

（2）倒圆角

1）单击【实体编辑】选项板｜【圆角边】按钮圆角边后的倒三角，选择圆角边圆角边，选择竖直空心圆柱体上凸台外侧的边，在命令行输入“R”距离，输入圆角半径的值为“1”，按回车键。

2）单击【视图】功能区｜【视觉样式】选项板｜【隐藏】按钮，隐藏看不到的线段，如图12-47所示。

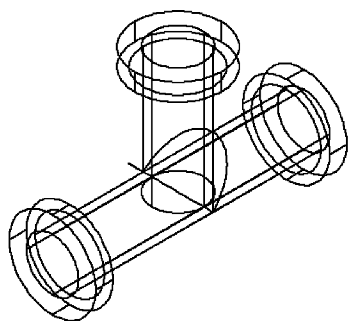


图 12-45　绘制的圆柱体

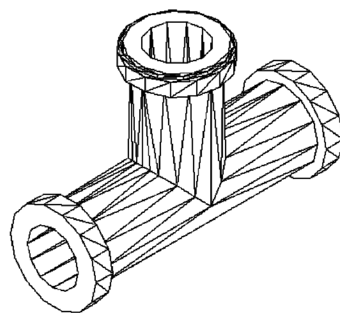


图 12-46　绘制的空心圆柱体

3）用同样方法为其他凸台的两个边倒圆角，倒角后的效果如图 12-48 所示。

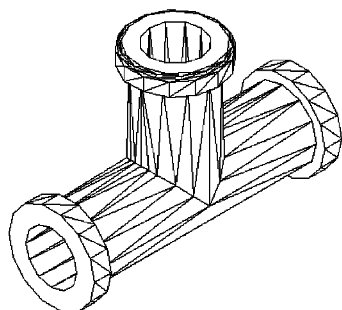


图 12-47　倒圆角

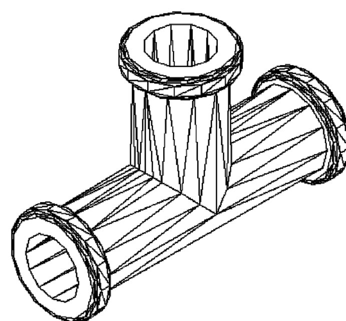


图 12-48　绘制的三通管

# 第 13 章　三 维 操 作

利用三维编辑工具可以对实体进行移动、复制、缩放、阵列等编辑操作，从而更准确、有效地创建出复杂的符合设计意图的三维实体。本章主要介绍编辑三维图形的操作方法。

## 13.1　三维曲面编辑

### 13.1.1　三维阵列

“3DARRAY”命令保持传统行为用于创建非关联二维矩形或环形阵列，矩形阵列如图 13-1 所示。

环形阵列如图 13-2 所示。

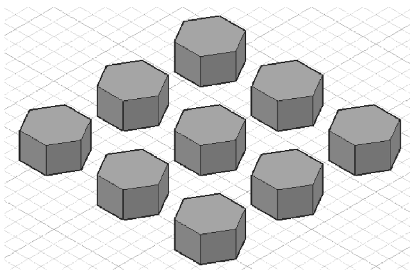


图 13-1　三维阵列（矩形）

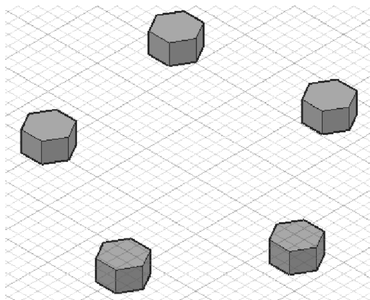


图 13-2　三维阵列（环形）

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【修改】|【三维操作】|【三维阵列】。

2）命令行：3DARRAY。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　　　//选择要阵列的对象*
*选择对象：　　　　//选择下一个对象或按【Enter】键*
*输入阵列类型[矩形(R)/环形(P)]<矩形>：　　//选择阵列形式*

- 3DARRAY 功能已替换成增强的 ARRAY 命令，除行数和列数外，用户还可以指定 Z 方向的层数，如图 13-3 所示。
- 矩形阵列：在行（X 轴）、列（Y 轴）和层（Z 轴）矩形阵列中复制对象，一个阵列必须具有至少两个行、列或层，输入正值将沿 X、Y、Z 轴的正向生成阵列。输入负值将沿 X、Y、Z 轴的负向生成阵列。
- 环形阵列：绕旋转轴复制对象。用户可以通过空间中的任意两点指定旋转轴。指定的角度用于确定对象距旋转

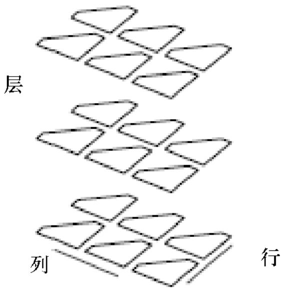



图 13-3　三维矩形阵列的行、列、层

轴的距离。正数值表示沿逆时针方向旋转，负数值表示沿顺时针方向旋转。

### 13.1.2　三维镜像

“MIRROR3D”用于创建镜像平面上选定对象的镜像副本。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【修改】|【三维操作】|【三维镜像】。

2）命令行：MIRROR3D。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　　//选择要镜像的对象*

*选择对象：　　　//选择下一个对象或按【Enter】键*

*指定镜像平面(三点)的第一个点或[对象(O)/最近的(L)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX 平面(ZX)/三点(3)]<三点>：//选择镜像的方式*

- 对象（O）：使用选定平面对象的平面作为镜像平面。
- 最近的（L）：相对于最后定义的镜像平面对选定的对象进行镜像处理。
- Z 轴（Z）：根据平面上的一个点和平面法线上的一个点定义镜像平面。
- 视图（V）：将镜像平面与当前视口中通过指定点的视图平面对齐。
- XY/YZ/ZX：将镜像平面与一个通过指定点的标准平面（XY、YZ 或 ZX）对齐。
- 三点（3）：通过三个点定义镜像平面。

### 13.1.3　对齐对象

“ALIGN”用于在二维和三维空间中将对象与其他对象对齐。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【三维操作】|【对齐】命令。

2）命令行：ALIGN。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　　　//选择要对齐的对象*

*选择对象：　　　　//选择下一个对象或按【Enter】键*

*指定第一个源点：　　//选择点 1*

*指定第一个目标点：　//选择点 2*

*指定第二个源点：　　//可以继续选择第二对点或按【Enter】键*

*是否基于对齐点缩放对象？[是(Y)/否(N)]<否>：*

- 可以指定一对、两对或三对源点和定义点以移动、旋转或倾斜选定的对象，从而将它们与其他对象上的点对齐。

当选择两对点时，可以在二维或三维空间移动、旋转和缩放选定对象，以便与其他对象对齐，如图 13-4 所示。

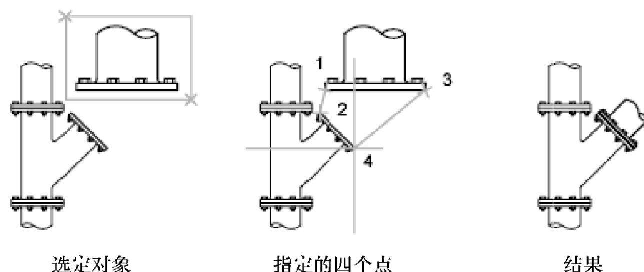



图 13-4　ALIGN 使用两对点

当选择三对点时，选定对象可在三维空间移动和旋转，使之与其他对象对齐，如图13-5所示。

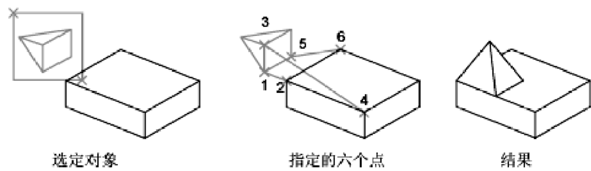



图 13-5　ALIGN 使用三对点

## 13. 1. 4　三维移动

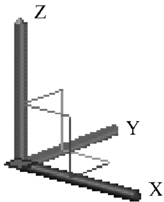



图 13-6　三维移动小控件

“3DMOVE”在三维视图中，显示三维移动小控件，以帮助在指定方向上（沿轴或平面）按指定距离移动三维对象，如图 13-6 所示。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【三维操作】|【三维移动】命令。

2）命令行：3DMOVE。

命令窗口将显示以下提示：

*命令：3DMOVE　　　　//执行 3DMOVE 命令*

*选择对象：　　　　//选择三维移动的对象*

*选择对象：　　　　//选择下一个对象或按【Enter】键*

*指定基点或[位移(D)]<位移>：　　　　//指定移动基准*

*指定移动点或[基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]：//指定移动方式*

- 使用三维移动小控件，可以自由移动选定的对象和子对象，或将移动约束到轴或平面。

如果沿轴移动，单击轴以将移动约束到该轴上，如图 13-7 所示。

如果沿平面移动，单击轴之间的区域以将移动约束到该平面上，如图 13-8 所示。

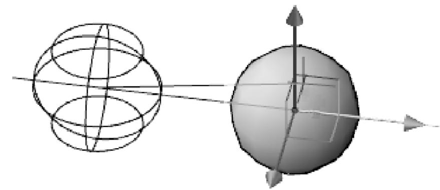


图 13-7　沿轴移动

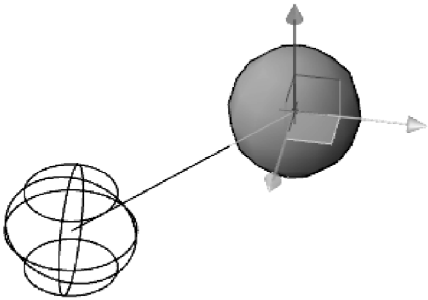


图 13-8　沿平面移动

## 13. 1. 5　三维旋转

“3DROTATE”在三维视图中，显示三维旋转小控件，以协助绕基点旋转三维对象，如图 13-9 所示。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【三维操作】|【三维旋转】命令。

2）命令行：3DROTATE。

命令窗口将显示以下提示：

*选择对象：　　　　//选择要旋转的对象*

*选择对象：　　　　//选择下一个对象或按【Enter】键*

*指定基点：　　　　//设定旋转的中心点*

*拾取旋转轴：　　　　//指定旋转轴*

*指定角的起点或键入角度：　　　　//设定旋转的相对起点也可以输入角度值*

*指定角的端点：　　　　//设定旋转终点位置，单击结束旋转*




图 13-9　三维旋转小控件

- 使用三维旋转小控件，用户可以自由旋转选定的对象和子对象，或将旋转约束到轴。

## 13.2　编辑面

实体都是由最基本的面和边所组成的。本节先详细介绍 AutoCAD 中编辑实体工具之一——编辑面，可以拉伸、移动、旋转、偏移、倾斜、复制、删除面、为面指定颜色以及添加材质等。

### 13.2.1　拉伸面

“SOLIDEDIT”可以用来编辑三维实体对象的面和边。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【拉伸面】命令。

2）命令行：SOLIDEDIT。

命令窗口将显示以下提示：

*实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1*

*输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：　　//选择实体编辑对象，此例选择 F 面*

*输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：　　//指定面编辑方式，此例选择 E 拉伸*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)]：　　//选择要进行拉伸的面*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：　　//选择下一个面或按【Enter】键*

*指定拉伸高度或[路径(P)]：　　//设定拉伸面高度*

- 拉伸（E）：在 X、Y 或 Z 方向上延伸三维实体面。可以通过移动面来更改对象的形状。
- 拉伸高度：设置拉伸的方向和距离。如果输入正值，则沿面的法向拉伸。如果输入负值，则沿面的反法向拉伸。
- 指定拉伸的倾斜角度。指定 -90 度到 90 度之间的角度。正角度将往里倾斜选定的面，负角度将往外倾斜面。
- 路径（P）：以指定的直线或曲线来设置拉伸路径，所有选定面的轮廓将沿此路径拉伸。拉伸路径可以是直线、圆、圆弧、椭圆、椭圆弧、多段线或样条曲线。拉伸路

径不能与面处于同一平面，也不能具有高曲率的部分。

### 13.2.2　移动面

移动面是指沿指定的高度或距离移动选定的三维实体对象的面。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【移动面】命令。

2）命令行：SOLIDEDIT。

命令窗口将显示以下提示：

*实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1*

*输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：　　//选择实体编辑对象*

*输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：　　//指定面编辑方式，此例中选择 M 移动*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)]：　　//选择要进行移动的面*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：　　//选择下一个面或按【Enter】键*

*指定基点或位移：　　//输入坐标值或关键点*

*指定位移的第二点：　　//输入坐标值或关键点*

### 13.2.3　偏移面

偏移面是指按指定的距离或通过指定的点，将面均匀地偏移。正值会增大实体的大小或体积，负值会减小实体的大小或体积。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【偏移面】命令。

2）命令行：SOLIDEDIT。

命令窗口将显示以下提示：

*实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1*

*输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：　　//选择实体编辑对象*

*输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：　　//指定面编辑方式，此例中选择 O 偏移*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)]：　　//选择要进行偏移的面*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：　　//选择下一个面或按【Enter】键*

*指定偏移距离：　　//输入偏移距离值*

### 13.2.4　删除面

删除面可删除圆角和倒角边，并在稍后进行修改。如果更改生成无效的三维实体，将不删除面。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【删除面】命令。

2）命令行：SOLIDEDIT。

命令窗口将显示以下提示：

*实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1*

*输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：//选择实体编辑对象*

*输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：//指定面编辑方式，此例中选择 D 删除*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)]：//选择要进行删除的面*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：//选择下一个面或按【Enter】键*

### 13.2.5　旋转面

旋转面是指可以绕指定的轴旋转一个或多个面或实体的某些部分，可以通过旋转面来更改对象的形状。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【旋转面】命令。

2）命令行：SOLIDEDIT。

命令窗口将显示以下提示：

实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1

*输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：　　//选择实体编辑对象*

*输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：　　//指定面编辑方式，此例中选择 R 旋转*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)]：//选择要进行旋转的面*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：//选择下一个面或按【Enter】键*

*指定轴点或[经过对象的轴(A)/视图(V)/X 轴(X)/Y 轴(Y)/Z 轴(Z)] <两点>：//指定旋转轴*

*指定旋转角度或[参照(R)]：//输入旋转角度*

### 13.2.6　倾斜面

倾斜面是指以指定的角度倾斜三维实体上的面，倾斜角的旋转方向由选择基点和第二点（沿选定矢量）的顺序决定。正角度将向里倾斜面，负角度将向外倾斜面。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【倾斜面】命令。

2）命令行：SOLIDEDIT。

命令窗口将显示以下提示：

实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1

*输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：//选择实体编辑对象*

*输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：//指定面编辑方式，此例中选择 T 倾斜*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)]：//选择要进行倾斜的面*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：　　//选择下一个面或按【Enter】键*

*指定基点：　　//选择确定平面的第一个点*

*指定沿倾斜轴的另一个点：　　//确定倾斜方向的第二个点*

*指定倾斜角度：　　//输入倾斜角度*

### 13.2.7　着色面

着色面即为修改面的颜色，可用于亮显复杂三维实体模型内的细节。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【着色面】命令。

2）命令行：SOLIDEDIT。

命令窗口将显示以下提示：

*实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1*

*输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)]<退出>：//选择实体编辑对象*

*输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)]<退出>:L　　//指定面编辑方式，此例中选择L颜色*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)]：//选择要进行着色的面*

*选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：　　//选择下一个面或按【Enter】键*

*系统弹出选择颜色对话框，选择需要的颜色后单击确定。*

## 13.3　编辑边和实体

实体编辑还包括可以复制边以及为其指定颜色，可以对整个三维实体对象（体）进行压印、分割、抽壳、清除，以及检查其有效性。

### 13.3.1　复制边

复制边，提供用于执行修改、延伸操作以及基于提取边创建新的三维实体的方法，它将三维实体上的选定边复制为二维圆弧、圆、椭圆、直线或样条曲线。保留边的角度，并使用户可以执行修改、延伸操作以及基于提取的边创建新的几何图形。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【复制边】命令。

2）命令行：SOLIDEDIT。

命令窗口将显示以下提示：

*实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1*

*输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)]<退出>：　　//选择实体编辑对象，选择E边*

*输入边编辑选项[复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)]<退出>：　　//指定边编辑方式*

*选择边或[放弃(U)/删除(R)]：　　//选择要复制的边*

*选择边或[放弃(U)/删除(R)]：　　//选择下一条边或按【Enter】键*

*指定基点或位移：　　//指定基点*

*指定位移的第二点：　　//可输入距离*

### 13.3.2　压印边

在选定的对象上压印一个对象。为了使压印操作成功，被压印的对象必须与选定对象的一个或多个面相交。“压印”选项仅限于以下对象执行：圆弧、圆、直线、二维和三维多段线、椭圆、样条曲线、面域、体和三维实体。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【压印】命令。

2）命令行操作：

① SOLIDEDIT 方式

命令：SOLIDEDIT //执行 SOLIDEDIT 命令

命令窗口将显示以下提示：

*实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1*

*输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：　　//选择实体编辑对象，选择 B 体*

*输入体编辑选项[压印(I)/分割实体(P) /抽壳(S)/清除(L)/检查(C) 放弃(U)/退出(X)] <退出>：//指定体编辑方式*

*选择三维实体：　　//选择被压印的三维实体*

*选择要压印的对象：　　//指定用于覆盖第一个选择的对象*

*是否删除源对象[是(Y)/否(N)] <N>：　　//是否在完成操作后删除要压印的对象。*

② IMPRINT 方式

命令：IMPRINT

命令窗口将显示以下提示：

*选择三维实体或曲面：　　//选择被压印的三维实体或曲面*

*选择要压印的对象：　　//指定用于覆盖第一个选择的对象*

*是否删除源对象[是(Y)/否(N)] <N>：　　//是否在完成操作后删除要压印的对象。*

### 13.3.3 抽壳

抽壳是用指定的厚度创建一个空的薄层。可以为所有面指定一个固定的薄层厚度，通过选择面可以将这些面排除在壳外。一个三维实体只能有一个壳，通过将现有面偏移出其原位置来创建新的面。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【修改】|【实体编辑】|【抽壳】命令。

2）命令行：SOLIDEDIT。

命令窗口将显示以下提示：

实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1

*输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：//选择实体编辑对象，选择 B 体*

*输入体编辑选项[压印(I)/分割实体(P) /抽壳(S)/清除(L)/检查(C) 放弃(U)/退出(X)] <退出>：//指定体编辑方式*

*选择三维实体：//选择实体*

*删除面或[放弃(U)/添加(A)/全部(ALL)]：　　//选择要删除的面*

*删除面或[放弃(U)/添加(A)/全部(ALL)]：　　//选择下一个面或按【Enter】键结束*

*输入抽壳偏移距离：　　//指定壳体的厚度值*

- 输入抽壳偏移距离：设置偏移的大小。指定正值可创建实体周长内部的抽壳，指定负值可创建实体周长外部的抽壳。

### 13.3.4 实体夹点编辑

如 5.6 节所述，CAD 中的夹点也可以用于控制和操纵实体，在每一实体某些特别的位

置上设定的特征点，也称关键点。正确运动夹点不仅可以用来捕获指定实体上的点，而且还可以运用由夹点自动编辑模式提供的几种不同的方式（拉伸、移动、旋转、变化、镜像等）来控制、编辑处理实体对象。

## 13.4　典型实例——绘制齿轮

本例以齿轮的绘制过程为例介绍三维模型的绘制方法，如图 13-10 所示。

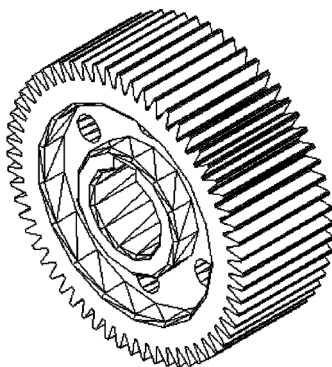


图 13-10　齿轮

| | | |
|---|---|---|
| | 完成模型 | 配套光盘 \ 13 \ 完成 \ 13. 4. DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘 \ 13 \ 录屏 \ 13. 4. AVI |

首先，切换进入【三维建模】工作空间进行三维零件的绘制。

**1. 绘制轴孔**

（1）绘制轴

1）将“粗实线”层设置为当前图层。

2）选择【常用】功能区｜【视图】选项板｜【左视】，在左视图上绘制轴孔。

3）单击【常用】功能区｜【绘图】选项板｜【圆】按钮，单击图纸任意一点作为圆心，在命令行中输入半径 6，按回车键，绘制出一个直径为 12 的圆，用同样方法绘制一个直径为 18 的圆，两个圆同心，如图 13-11 所示。

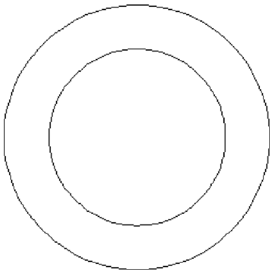


图 13-11　绘制的圆

（2）绘制键槽

1）用鼠标右键单击状态栏的“对象捕捉”按钮，选中象限点和圆心复选框。

2）单击【常用】功能区｜【绘图】选项板｜【矩形】按钮，选择直径 12 圆的下端象限点为矩形的顶点，在命令行输入“D”，输入矩形的长度为 4，宽度为 8，绘制出的矩形，如图 13-12 所示。

3）捕捉矩形上方的边的中点，移动至直径 12 的圆的下端象限点，如图 13-13 所示。

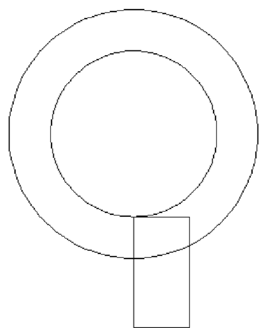


图 13-12　绘制的矩形

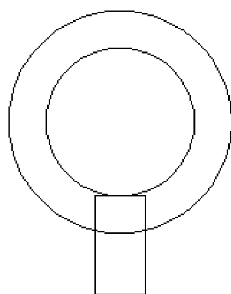


图 13-13　移动矩形

再将矩形向上移动 13.8，如图 13-14 所示。

（3）拉伸图形

1）单击【常用】功能区 |【建模】选项板 |【拉伸】按钮拉伸，选中绘制的圆和矩形，在命令行输入数字 16，按回车键。

2）选择【常用】功能区 |【视图】选项板 |【西南等轴测】视图西南等轴测，观察拉伸后的效果，如图 13-15 所示。

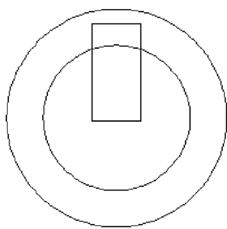


图 13-14　向上移动矩形

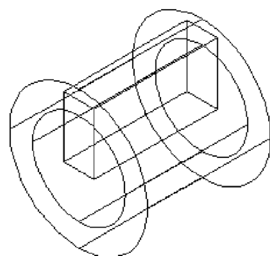


图 13-15　西南等轴测视图

3）单击【视图】功能区 |【视觉样式】选项板 |【隐藏】按钮，隐藏看不到的线段，如图 13-16 所示。

4）单击【实体编辑】选项板 |【差集】按钮差集，选中外面的圆柱体，按回车键，再选中里面的圆柱体为剪切的实体，按回车键，如图 13-17 所示。

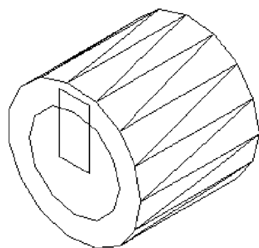


图 13-16　隐藏直线

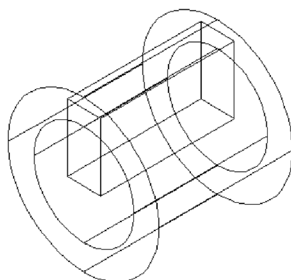


图 13-17　用差集命令剪切圆柱体

5）单击【实体编辑】选项板 |【差集】按钮 差集，选中外面的圆柱体，按回车键，再选中绘制的键槽，按回车键，如图 13-18 所示。

**2. 绘制轮齿**

（1）绘制轮廓

1）选择【常用】功能区 |【视图】选项板 |【左视】 左视。

2）单击【常用】功能区 |【绘图】选项板 |【圆】按钮，捕捉之前绘制的圆柱的圆心作为圆心，在命令行中输入半径 15，按回车键，绘制出一个直径为 30 的圆，用同样方法绘制一个直径为 42 的圆，两个圆同心如图 13-19 所示。

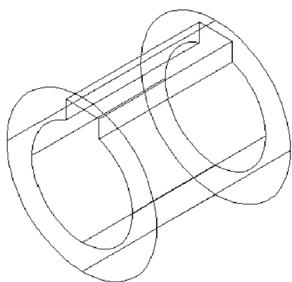


图 13-18　剪切键槽

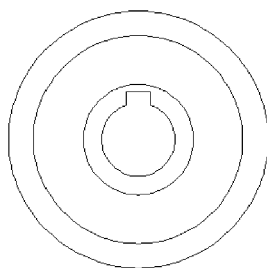


图 13-19　绘制的轮廓

3）单击【常用】功能区 |【建模】选项板 |【拉伸】按钮 拉伸，选中绘制的两个圆，在命令行输入数字 16，按回车键。

4）选择【常用】功能区 |【视图】选项板 |【西南等轴测】视图 西南等轴测，观察拉伸后的效果，如图 13-20 所示。

5）单击【实体编辑】选项板 |【差集】按钮 差集，选中外面的圆柱体，按回车键，再选中里面的圆柱体为剪切的实体，按回车键。

6）单击【常用】功能区 |【视图】选项板 |【左视】 左视，切换到左视图。

（2）绘制齿

1）单击【常用】功能区 |【绘图】选项板 |【圆】按钮，捕捉大圆的圆心作为圆心，在命令行中输入半径 18.5，按回车键，绘制出一个直径为 37 的圆，为齿轮的齿根圆，用同样方法绘制一个直径为 42 的圆，如图 13-21 所示。

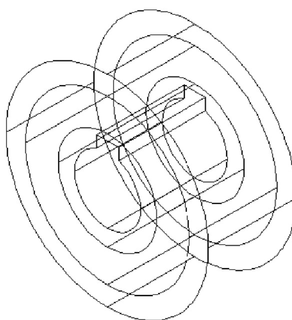


图 13-20　拉伸绘制的圆

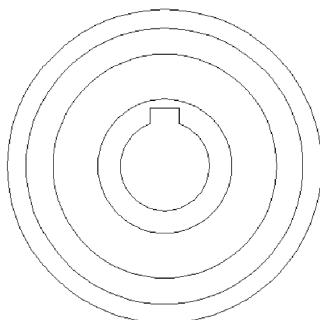


图 13-21　绘制的齿顶圆

2）选择【常用】功能区｜【绘图】选项板｜【直线】按钮，捕捉最外侧圆上端的象限点和圆心绘制一条直线，并将直线向上延伸至合适位置，如图 13-22 所示。

3）单击【修改】选项板｜【旋转】按钮 旋转，选中绘制的直线，按回车键，捕捉齿根圆上端的象限点为基点，在命令行输入旋转角度“15”，按回车键，如图 13-23 所示。

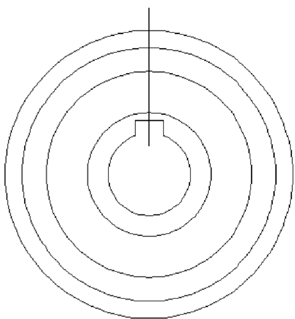


图 13-22　绘制的直线

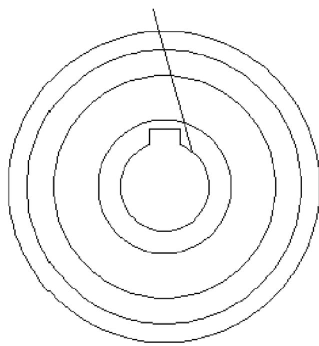


图 13-23　旋转绘制的直线

4）单击【修改】选项板｜【移动】按钮 移动，将直线向左移动 0.2，单击【修改】选项板｜【镜像】按钮 镜像，选择旋转后的直线，捕捉圆心和大圆上端的象限点为镜像线，在命令行输入“N”，选择不删除源对象，镜像后的效果如图 13-24 所示。

5）单击【修改】选项板｜【修剪】按钮 修剪 修剪多余的线段，修剪后的效果如图 13-25 所示。

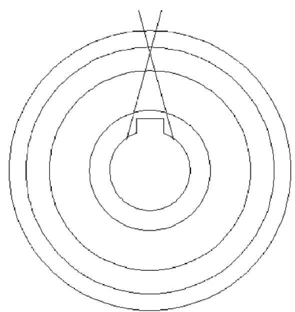


图 13-24　镜像直线

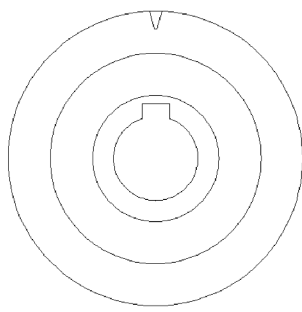


图 13-25　修剪多余的直线

6）单击【建模】选项板｜【拉伸】按钮 拉伸，选中绘制的齿，在命令行输入数字 16，按回车键。

7）选择【常用】功能区｜【视图】选项板｜【西南等轴测】 西南等轴测，观察拉伸后的效果，如图 13-26 所示。

8）单击【常用】功能区｜【视图】选项板｜【左视】 左视，切换到左视图。

9）单击【修改】选项板｜【阵列】按钮 阵列 后的倒三角，选择环形阵列 环形阵列，选中拉伸后的齿，按回车键，选定大圆的圆心为阵列的中心点，在命令行输入项目数“60”，填充角度为“360”度，按回车键，阵列后的效果如图 13-27 所示。

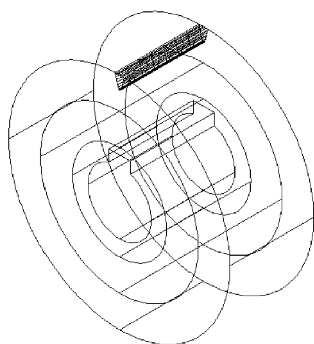


图 13-26　拉伸绘制的齿

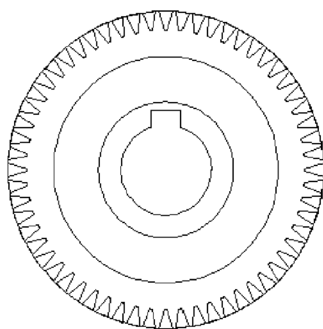


图 13-27　环形阵列

10）选择【常用】功能区｜【视图】选项板｜【西南等轴测】西南等轴测，单击【修改】选项板｜【分解】按钮，选择阵列的齿，按回车键，将阵列的齿分解。

11）单击【实体编辑】选项板｜【差集】按钮差集，选中齿轮轮廓的圆柱体，按回车键，依次选择分解后的齿，按回车键。单击【视图】功能区｜【视觉样式】选项板｜【隐藏】按钮，隐藏看不到的线段，如图 13-28 所示。

**3. 绘制肋板**

（1）绘制圆

1）选择【常用】功能区｜【视图】选项板｜【左视】左视。

2）单击【常用】功能区｜【绘图】选项板｜【圆】按钮，单击图纸任意一点作为圆心，在命令行中输入半径 9，按回车键，绘制出一个直径为 18 的圆，用同样方法绘制直径为 4 和 30 的两个圆，三个圆同心，如图 13-29 所示。

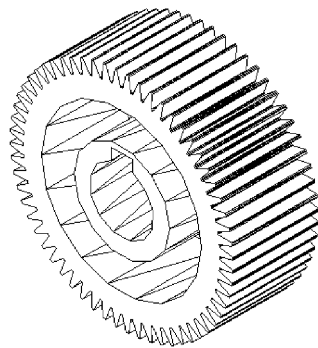


图 13-28　绘制的齿

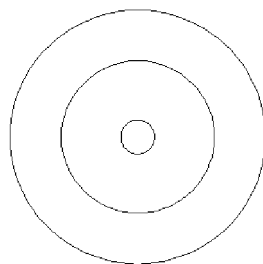


图 13-29　绘制的圆

（2）拉伸圆

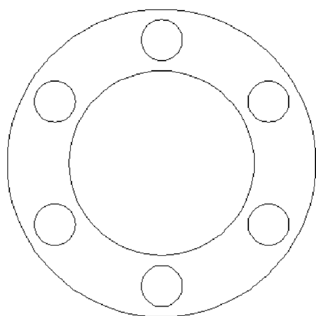
1）单击【建模】选项板｜【拉伸】按钮拉伸，选中绘制的圆，在命令行输入数字 8，按回车键。

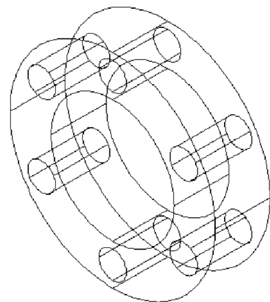
2）单击【建模】选项板｜【移动】按钮移动，将小圆向上移动 12。单击【建模】选项板｜【阵列】按钮阵列后的倒三角，选择环形阵列环形阵列，选中小圆，按回车键，选定大圆的圆心为阵列的中心点，在命令行输入项目数“6”，填充角度为“360”度，按回车

键，阵列后的效果如图 13-30 所示。

3）选择【常用】功能区｜【视图】选项板｜【西南等轴测】西南等轴测，单击【实体编辑】选项板｜【差集】按钮差集，选中外面的圆柱体，按回车键，再选中里面的圆柱体为剪切的实体，按回车键。

4）单击【修改】选项板｜【分解】按钮，选择阵列的小圆，按回车键，将阵列的小圆分解。【实体编辑】选项板｜【差集】按钮差集，选中圆环，按回车键，依次选择六个小圆为剪切的实体，按回车键，如图 13-31 所示。


图 13-30　环形阵列


图 13-31　绘制的肋板

**4. 合并绘制的图形**

（1）合并图形

1）单击【修改】选项板｜【移动】按钮移动，选中绘制的肋板，捕捉肋板的圆心移动至齿轮的圆心，如图 13-32 所示。

2）单击【视图】选项板｜【俯视】视图俯视，单击【修改】选项板｜【移动】按钮移动，选中绘制的肋板，向右移动 4，如图 13-33 所示。

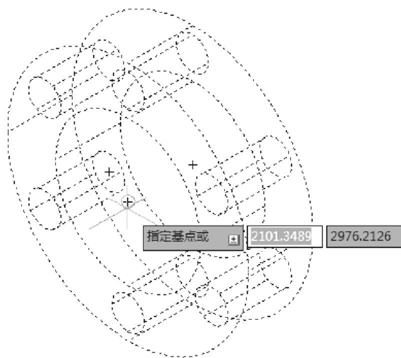
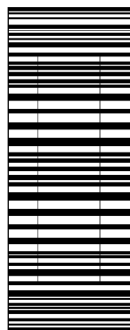


图 13-32　肋板的圆心


图 13-33　移动肋板

3）单击【视图】选项板｜【西南等轴测】视图西南等轴测，单击【实体编辑】选项板｜【并集】按钮并集，选择所有的图形，按回车键。

4）单击【视图】功能区｜【视觉样式】选项板｜【隐藏】按钮，隐藏看不到的线段，如图 13-34 所示。

（2）倒角

1）单击【实体编辑】选项板|【圆角边】按钮 圆角边 后的倒三角，选择倒角边 倒角边，选择轴孔内侧的边，在命令行输入“D”距离，输入距离1和距离2的值都为“0.5”，按回车键，如图13-35所示。

2）用同样方法为轴孔另一边和齿轮内侧的边倒角，倒角后的效果如图13-36所示。

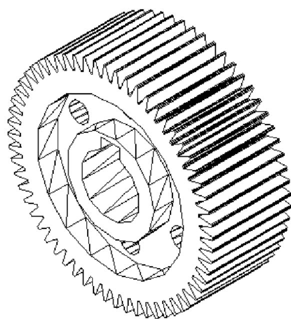


图13-34　合并所有图形

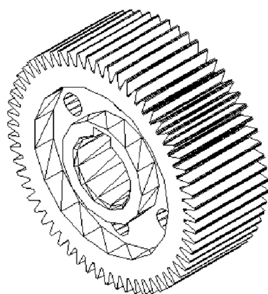


图13-35　轴孔倒角

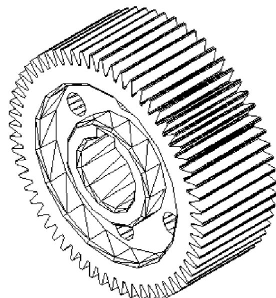


图13-36　绘制的齿

# 第 14 章　灯光与渲染

渲染是对三维图形对象加上颜色和材质因素或灯光、背景、场景等因素的操作，能够更真实地表达图形的外观和纹理。渲染是输出图形前的关键步骤，尤其是在效果图的设计中。

## 14.1　光源

创建任何一个场景时，都离不开灯光的作用，它可以对整个场景提供照明，从而呈现出各种真实的效果，如反射、阴影和自发光效果等。在同一场景中不同的灯光布置可以模拟出不同的效果。

### 14.1.1　光源类型

**1. 默认光源**

场景中没有光源时，将使用默认光源对场景进行着色。来回移动模型时，默认光源来自视点后面的两个平行光源，可以控制亮度和对比度。可以仅将默认光源应用到视口，将自定义光源应用到渲染。

默认光源的亮度与对比度设置如图 14-1 所示。




图 14-1　默认光源亮度与对比度设置

**2. 标准光源工作流**

添加光源可为场景提供真实外观，光源可增强场景的清晰度和三维性。可以创建点光源、聚光灯和平行光等标准光源工作流以达到想要的效果。

**3. 光度控制光源工作流**

光度控制光源是真实准确的光源，其按距离的平方衰减。光度控制光源使用光度（光能量）值，光度值使用户能够按光源在现实中显示的样子更精确地对其进行定义。可以创建具有各种分布和颜色特征的光度控制光源，或输入光源制造商提供的特定光度控制文件。

**4. 阳光与天光**

阳光与天光是 AutoCAD 中自然照明的主要来源。阳光是模拟太阳光源效果的光源，是一种类似于平行光的特殊光源，可以用于显示结构投射的阴影如何影响周围区域。用户为模型指定地理位置、日期和当日时间来定义阳光角度，可以更改阳光的强度及其光源的颜色。太阳光的光线是平行的且为淡黄色，而大气投射的光线来自所有方向且颜色为明显的蓝色。

### 14.1.2　创建光源

光源的选择取决于场景是模拟自然照明还是人工照明。自然照明的场景（例如日光或

月光）从单一光源获取；人工照明的场景通常具有多种强度类似的光源。正确的光源对于显示三维绘图模型的渲染效果非常重要。AutoCAD 中可以添加点光源、聚光灯和平行光等。可以使用命令来创建光源，也可以使用“光源”工具栏上的按钮或功能区中的“光源”面板，如图 14-2 所示。

**1. 创建点光源**

点光源从其所在位置向四周发射光线，使用点光源可以获得基本照明效果。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【视图】|【渲染】|【光源】|【新建点光源】。

2）功能区：【渲染】选项卡|【光源】面板|【创建光源】|【点光源】。

3）命令行：POINTLIGHT 命令，创建可从所在位置向所有方向发射光线的点光源。

或者 TARGETPOINT 命令：创建目标点光源。目标点光源和点光源的区别在于可用的其他目标特性。目标点光源可以指向一个对象，如图 14-3 所示。

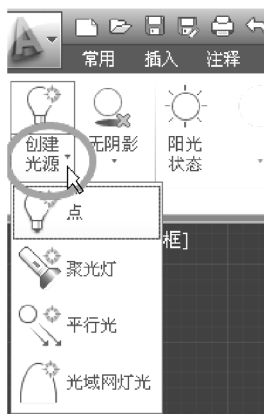



图 14-2　创建光源

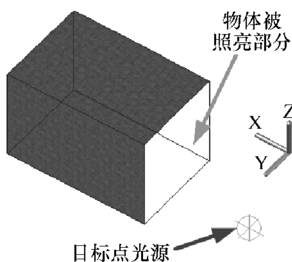



图 14-3　创建目标点光源

命令：POINTLIGHT 或 TARGETPOINT

命令窗口将显示以下提示：

*指定源位置 <0,0,0>：//输入坐标值或使用定点设备*

*指定目标位置 <0，0>：//执行 TARGETPOINT 命令时，出现此提示行。输入坐标值或使用定点设备*

*如果将 LIGHTINGUNITS 系统变量设定为 0，会显示以下提示：*

*输入要更改的选项[名称(N)/强度(I)/状态(S)/阴影(W)/衰减(A)/颜色(C)/退出(X)] <退出>：*

*如果将 LIGHTINGUNITS 系统变量设定为 1 或 2，会显示以下提示：*

*输入要更改的选项 [名称(N)/强度因子(I)/状态(S)/光度(P)/阴影(W)/衰减(A)/过滤颜色(C)/退出(X)] <退出>：*

**2. 创建聚光灯**

聚光灯（例如闪光灯、剧场中的跟踪聚光灯或前灯）分布投射一个聚焦光束，可用于亮显模型中的特定特征和区域，如图 14-4 所示。

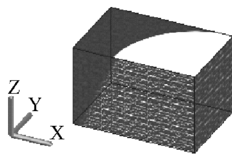



图 14-4　创建聚光灯

聚光灯发射定向锥形光，可以控制光源的方向和圆锥体的尺寸。聚光灯也可以手动设定为强度随距离衰减。但是，聚光灯的强度始

终还是根据相对于聚光灯的目标矢量的角度衰减，此衰减由聚光灯的聚光角角度和照射角角度控制。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【视图】|【渲染】|【光源】|【新建聚光灯】。

2）功能区：【渲染】选项卡 |【光源】面板 |【创建光源】|【聚光灯】。

3）命令行：SPOTLIGHT，创建可发射定向圆锥形光柱的聚光灯，聚光灯具有目标特性。

FREESPOT，创建未指定目标的自由聚光灯。

命令：SPOTLIGHT 或 FREESPOT

命令窗口将显示以下提示：

*指定源位置 <0,0,0>：//输入坐标值或使用定点设备*

*指定目标位置 <1,1,1>：//执行 SPOTLIGHT 命令时，出现此提示行。输入坐标值或使用定点设备*

*如果将 LIGHTINGUNITS 系统变量设定为 0，会显示以下提示：*

*输入要更改的选项[名称(N)/强度(I)/状态(S)/聚光角(H)/照射角(F)/阴影(W)/衰减(A)/颜色(C)/退出(X)] <退出>：*

- 聚光角（H）：指定定义最亮光锥的角度，也称为光束角。该值的范围从 0°到 160°。
- 照射角（F）：指定定义完整光锥的角度，也称为现场角。照射角的取值范围为 0°到 160°，默认值为 50°。照射角角度必须大于或等于聚光角角度。

**3. 创建平行光**

平行光仅向一个方向发射统一的平行光光线，平行光不显示为光线轮廓。可以在视口中的任意位置指定 FROM 点和 TO 点，以定义光线的方向。平行光的强度并不随着距离的增加而衰减。对于每个照射的面，平行光的亮度都与其在光源处相同。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【视图】|【渲染】|【光源】|【新建平行光】。

2）功能区：【渲染】选项卡 |【光源】面板 |【创建光源】|【平行光】。

3）命令行：DISTANTLIGHT。

命令窗口将显示以下提示：

*指定光源方向 FROM <0,0,0> 或[矢量(V)]：//指定点或输入 v*

*指定光源方向 TO <1,1,1>：//指定点*

*如果输入“矢量”选项，将显示以下提示：*

*指定矢量方向 <0.0000,-0.0100,1.0000>：//输入矢量*

*指定光源方向后，如果 LIGHTINGUNITS 系统变量设定为 0，则将显示以下提示：*

*输入要更改的选项[名称(N)/强度(I)/状态(S)/阴影(W)/颜色(C)/退出(X)] <退出>：*

**4. 打开阳光与天光**

1）功能区：【渲染】选项卡 |【阳光和位置】面板 |【阳光状态】。

2）菜单栏：选择标准菜单栏中【视图】|【渲染】|【光源】|【阳光特性】。

在【常规】设置中，单击【状态】设置，然后选择【开】或【关】如图 14-5 所示。

### 14.1.3 操作光源

可以移动或旋转光源（使用夹点工具），将其打开或关闭以及更改其特性（例如颜色和衰减），更改的效果将实时显示在视口中。

**1. 控制光源的显示**

光线轮廓是光源的图形表示，可以使用光线轮廓将点光源和聚光灯放置在图形中，平行光（例如阳光）不使用光线轮廓表示。

（1）控制光线轮廓外观

在绘图区域中单击鼠标右键，选择【选项】，出现【选项】对话框，在其【绘图】选项卡中，单击【光线轮廓设置】，如图 14-6 所示。




图 14-5　打开和关闭阳光

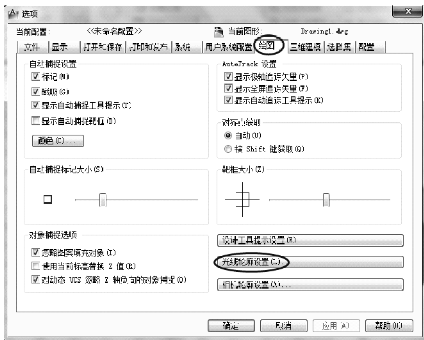


图 14-6　选择光线轮廓设置

打开【光线轮廓外观】对话框，如图 14-7 所示，可编辑轮廓颜色和大小。

（2）显示或隐藏光线轮廓

单击【渲染】选项卡｜【光源】面板｜【光线轮廓显示】，如图 14-8 所示。




图 14-7　【光线轮廓外观】对话框




图 14-8　光线轮廓显示或隐藏

**2. 调整光源的位置**

将光源置于场景中后，可以修改位置和目标。单击鼠标右键选择光源，将会显示快捷菜单，提供以下用于调整光源位置的选项：

- MOVE。激活 MOVE 命令，用于更改光源的位置。
- ROTATE。激活 ROTATE 命令，用于更改光源的方向。
- FLIP。将光源目标向相反的方向旋转。

可以使用标有“位置”的夹点来移动点光源或聚光灯，“位置”夹点位于聚光灯的底部和点光源的中心。也可以在特性选项板中设定位置。“位置”夹点移动光源但不更改目标，如图 14-9 所示。

拖动光线轮廓本身，可移动光源及其目标。将光源拖动到新位置，然后单击以将其放置在该位置，如图 14-10 所示。

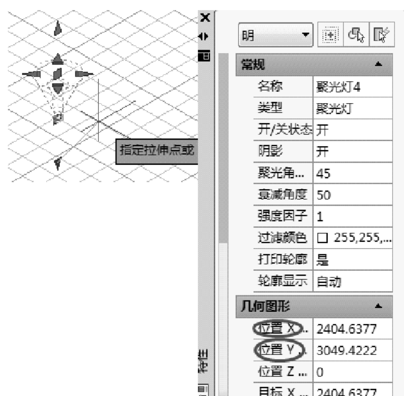



图 14-9　移动聚光灯位置

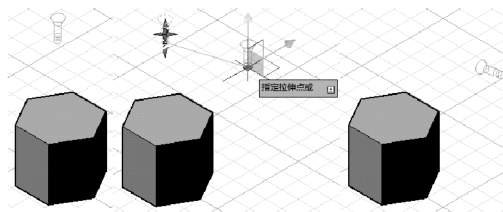



图 14-10　移动点光源

**3. 设置光源特性**

可以使用【特性选项板】更改选定光源的颜色或其他特性。

（1）设置点光源、聚光灯等特性

单击【视图】选项卡｜【选项板】面板｜【特性】，打开光源特性选项板，如图 14-11 所示。

- 【常规】面板中指定光源的名称、类型、颜色、开关状态等。其中针对聚光灯，定义了聚光圆锥角、衰减圆锥角和快速衰减区。
- 【光度控制特性】面板中指定光源的固有亮度、最终亮度、固有颜色和最终颜色。
- 【几何图形】面板控制光源的位置和目标点。
- 【衰减】面板针对点光源和聚光灯控制其衰减特性。

（2）设置阳光特性

菜单栏：选择标准菜单栏中【视图】｜【渲染】｜【光源】｜【阳光特性】。

打开【阳光特性】选项板，如图 14-12 所示，可以更改太阳高度、太阳角度、太阳颜色等。

因为太阳光受地理位置影响，在使用太阳光时，可以单击【渲染】选项卡｜【阳光和位置】面板｜【设置位置】，可进行编辑或定义新的地理位置的操作。




图 14-11　光源特性选项板




图 14-12　【阳光特性】选项板

## 14.2　材质和纹理

为对象添加材质，可以在任何渲染视图中提供逼真效果。使用材质编辑器可以创建和修改材质。纹理可提高材质的复杂程度和真实感，使用“纹理编辑器”可以定义纹理的外观及其应用于对象的方式。

### 14.2.1　材质

**1. 浏览材质库**

使用“材质浏览器”可导航和管理材质。单击【渲染】选项卡｜【材质】面板｜【材质浏览器】，如图 14-13 所示。




图 14-13　访问材质浏览器

【材质浏览器】界面如图 14-14 所示。

可以在【材质浏览器】中访问 Autodesk 库和用户定义的库。如图 14-15 所示，在材质浏览器的【管理】下拉菜单中，可以打开现有的库、创建新库、删除库、创建类别、删除类别或重命名。

**2. 创建新材质**

单击【材质浏览器】顶部的【创建材质】选项，并在其下拉列表中选择新材质的属性，打开【材质编辑器】可以对新材质进行详细设置，如图 14-16 所示。

- 外观。定义材质的外观。各个材质具有唯一的外观特性，使用“纹理编辑器”可编辑指定材质的纹理贴图或程序贴图，也可以对材质重命名。


图 14-14　材质浏览器

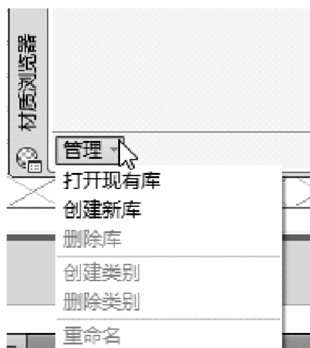


图 14-15　管理库选项


图 14-16　【材质编辑器】

- 信息。定义或显示与给定材质相关联的关键字和描述。某些信息是只读的。

**3. 应用材质**

（1）应用材质到对象

设置好材质后，返回【材质浏览器】，可以执行以下操作：

- 在库中单击材质，材质将应用于图形中的任何选定对象。
- 将材质样例直接拖动到图形中的对象上。
- 在“材质浏览器”中的材质样例上，单击快捷菜单中的“指定给当前选择”，将材质指定给对象。

（2）随层应用材质

可以将指定的材质应用于某一图层上，则属于该图层的所有对象都应用该材质。

1）功能区：【渲染】选项卡｜【材质】面板｜【随层附着】。

2）命令行：MATERIALATTACH。

打开【材质附着选项】对话框中，如图 14-17 所示，将材质拖动到图层上，材质将应用到该图层上的所有对象，并且该“材质”特性将设定为“BYLAYER”。



图 14-17　【材质附着选项】对话框

## 14.2.2　贴图

指定给材质的图像称为贴图，贴图可以缩放比例、平铺或旋转、模拟纹理、反射、折射和其他效果，可以使用贴图来改善材质的外观和真实感。

**1. 添加纹理和贴图**

在【材质编辑器】的【图像】下拉列表中单击所需的图片或纹理类型，则打开【纹理

编辑器】，如图 14-18 所示，可用于修改纹理特性。

**2. 调整对象和面上的贴图**

将纹理应用于材质后，可以调整对象或面上的纹理贴图的方向以适应对象的形状。材质贴图类型如图 14-19 所示。



图 14-18 【纹理编辑器】




图 14-19　材质贴图类型

# 14.3　渲染

渲染使用已设置的光源、已应用的材质和环境设置（例如背景和雾化）为场景的几何图形着色，可以生成真实准确的模拟光照效果，包括光线跟踪反射和折射以及全局照明。

一系列标准渲染预设、可重复使用的渲染参数均可以使用。某些预设适用于相对快速的预览渲染，而其他预设则适用于质量较高的渲染。

## 14.3.1　基本渲染

“RENDER”命令用于渲染过程并在“渲染”窗口或视口中显示渲染图像，创建三维实体或曲面模型的真实照片级图像或真实着色图像。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【视图】|【渲染】。

2）功能区：【渲染】选项卡|【渲染】面板|【渲染】。

3）命令行：RENDER。

将显示以下提示：

*指定渲染预设［Draft(D)/低(L)/中(M)/高(H)/演示(P)/其他(O)］<中>：//输入选项或按【Enter】键*

*指定渲染目标［“渲染”窗口(R)/视口(V)］<渲染窗口>：//输入选项或按【Enter】键*

处理完成后，图像将显示在【渲染窗口】，如图 14-20 所示。从【渲染】窗口中，用户可以将图像保存为文件、监视当前渲染的进度、查看用于当前渲染的设置、追踪模型的渲染历史记录、清理、删除或清理并删除渲染历史记录中的图像。

若选择【视口】，则当前显示在视口中的所有内容均将被渲染。




图 14-20　渲染窗口

标准渲染预设有以下几种：

- Draft（D）：草稿是最低级别标准渲染预设。此渲染预设生成的渲染质量很低，但生成速度最快。此设置仅用于非常快速的测试渲染。
- 低（L）："低" 渲染预设可提供质量优于 "草图" 预设的渲染。此预设最适用于要求质量优于 "草图" 的测试渲染。
- 中（M）：此预设提供了质量和渲染速度之间良好的平衡。
- 高（H）：此预设渲染的图像需要更长的时间进行处理，但图像质量要好得多。
- 演示（P）：演示渲染预设用于高质量、真实照片渲染的图像，并且需要花费的时间最长。此预设用于最终渲染。

## 14.3.2　渲染设置

尤其是在渲染较高质量的图像时，可以控制许多影响渲染器如何处理渲染任务的设置。

**1.【高级渲染设置】选项板**

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【视图】|【渲染】|【高级渲染设置】 或【工具】|【选项板】|【高级渲染设置】。

2）功能区：【渲染】选项卡 |【渲染】面板 |【高级渲染设置】。

3）命令行：RPREF。

则打开【高级渲染设置】选项板，如图 14-21 所示，从中可以设定渲染参数。

【高级渲染设置】选项板包含进行渲染设置的所有主要控件。可以从预定义的渲染设置

中选择，也可以指定自定义设置。

- 光线跟踪：光线跟踪追踪从光源采样得到光线的路径。通过这种方式生成的反射和折射非常精确。
- 间接发光：间接发光技术（如全局照明和最终聚集）通过模拟场景中的光线辐射或相互反射来增强场景的真实感。

**2. 自定义渲染预设**

当指定的一组渲染设置能够实现想要的渲染效果时，可以将其保存为自定义预设，以便可以快速地重复使用这些设置。

功能区：【渲染】选项卡｜【渲染】面板｜【渲染预设】｜【渲染预设管理器】。

打开【渲染预设管理器】，从中可以选择一组已安装的标准渲染预设或创建自定义预设，如图 14-22 所示。

- 【特性】面板提供的设置与【高级渲染设置】选项板上的特性类似。

**3. 控制渲染环境**

可以使用环境功能来设置雾化效果或背景图像，增强渲染效果。




图 14-21　【高级渲染设置】选项板

（1）设置雾化/景深效果处理效果




图 14-22　【渲染预设管理器】

雾化和景深效果处理是非常相似的大气效果，可以使对象随着距相机距离的增大而淡入显示。雾化使用白色，而景深效果处理使用黑色。

“RENDERENVIRONMENT”命令用于设置雾化或景深效果处理参数。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【视图】|【渲染】|【渲染环境】。

2）功能区：【渲染】选项卡|【渲染】面板|【环境】。

3）命令行：RENDERENVIRONMENT。

将显示【渲染环境】对话框，定义对象与当前观察方向之间的距离效果处理，如图 14-23 所示。

- 近距离：指定雾化开始处到相机的距离。将其指定为到远处剪裁平面距离的百分比。
- 远距离：指定雾化结束处到相机的距离。将其指定为到远处剪裁平面距离的百分比。
- 近处雾化百分比：指定近距离处雾化的不透明度。
- 远处雾化百分比：指定远距离处雾化的不透明度。




图 14-23　【渲染环境】对话框

（2）设置背景效果

背景主要是显示在模型后面的背景幕。背景可以是单色、多色渐变色或位图图像。可以在视图管理器中设置背景。

渲染静止图像时，或渲染其中的视图不变化或相机不移动的动画时，使用背景效果最佳。

“VIEW”命令将显示【视图管理器】。

1）菜单栏：选择标准菜单栏中【视图】|【命名视图】。

2）功能区：【视图】选项卡|【视图】面板|【命名视图】。

3）命令行：VIEW。

将打开【视图管理器】对话框，如图 14-24 所示。

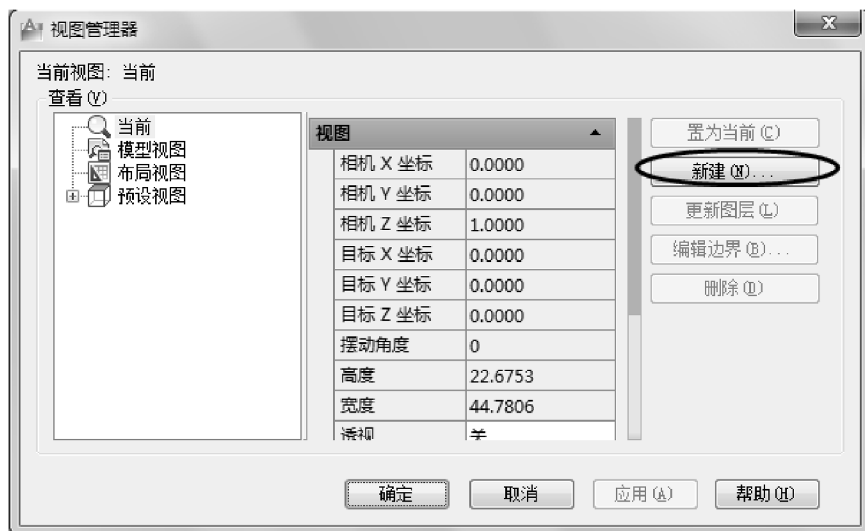



图 14-24　【视图管理器】对话框

然后在该对话框中单击【新建】按钮，打开【新建视图/快照特性】对话框，在其中可以命名背景视图名称，并在【背景】下拉列表中选择【图像】选项，在打开的【背景】对话框中定义命名视图背景的类型、颜色、效果和位置，如图 14-25 所示。




图 14-25　【新建视图/快照特性】和【背景】对话框

单击【确定】按钮，返回【视图管理器】对话框，继续单击【确定】按钮，背景将与命名视图或相机相关联，并且与图形一起保存。

## 14.3.3　保存渲染图像

根据已选择的渲染设置和渲染预设，渲染可能是一个耗时的过程。然而，保存图像后，可以随时查看以前的渲染图像。可以将渲染的模型图像保存到视口或渲染窗口中，也可以将图像直接渲染到文件。

**1. 直接保存渲染图像到文件**

无论显示器是如何配置的，都可以跳过屏幕显示将渲染输出到文件。不渲染到屏幕的优点是，可以按超出当前显示器允许的分辨率配置进行渲染。以后就可以在带有高分辨率显示器的系统上查看该图形。

单击【视图】|【渲染】|【高级渲染设置】，打开【高级渲染设置】选项板后，单击【输出文件名称】字段旁边的【…】按钮，在【渲染输出文件】对话框中，选择要保存图像的文件类型和位置，如图 14-26 所示。

渲染完成后，图像将显示在【渲染】窗口中。该图像还将以用户指定的名称保存到所选的磁盘位置中。渲染图像可保存为多种文件格式之一，例如 BMP、TGA、TIF、PCX、JPG 和 PNG。

**2. 保存渲染到视口的图像**

可以选择渲染到视口。然后可以在命令提示下使用“SAVEIMG”命令将显示的图像保存为以下文件格式之一：BMP、TGA、TIF、PCX、JPG 或 PNG。




图 14-26　直接将图渲染到文件

**3. 从渲染窗口保存渲染图像**

如果已将渲染目标选作渲染窗口，则可以直接在【渲染】窗口单击【文件】菜单|【保存】命令，将图像或图像的副本保存为以下文件格式之一：BMP、TGA、TIF、PCX、JPG 或 PNG。根据选定文件的格式，可以选择保存的灰度级或颜色深度，从 8 位到 32 位/每像素(bpp)。

**4. 重新显示渲染图像**

保存渲染图像后，可以随时在【Windows 图像查看器】中打开该渲染以进行查看，也可以通过使用“IMAGEATTACH”命令将图像插入到图形中来查看该图像。

## 14.4　渲染实例——齿轮的渲染

本节以前两章建立的三维模型齿轮的渲染过程为例介绍材质、灯光和渲染命令的应用。

| | | |
|---|---|---|
| | 素材文件 | 配套光盘\14\素材\14.4.DWG |
| | 完成模型 | 配套光盘\14\完成\14.4.DWG |
| | 作图录制 | 配套光盘\14\录屏\14.4.AVI |

**1. 为齿轮赋予铜的材质**

1）打开绘制的齿轮文件，单击【渲染】选项卡|【材质】面板|【材质浏览器】，弹出【材质浏览器】对话框，如图 14-27 所示。

2）单击 Autodesk 库前面的三角，在下拉列表中选择金属，在右边的材质球中选择铜，如图 14-28 所示。

3）双击选中的材质球，弹出【材质编辑器】对话框，将材质的各项参数调整到合适的数值，如图 14-29 所示。

4）关闭两个对话框，单击【渲染】选项卡|【材质】面板|【随层附着】，弹出如图 14-30 所示的【材质附着选项】对话框。

5）将材质下的材质铜拖动到三个图层下，如图 14-31 所示，单击【确定】，关闭对话框。




图 14-27 【材质浏览器】对话框




图 14-28 选择的材质球

图 14-29 【材质编辑器】对话框

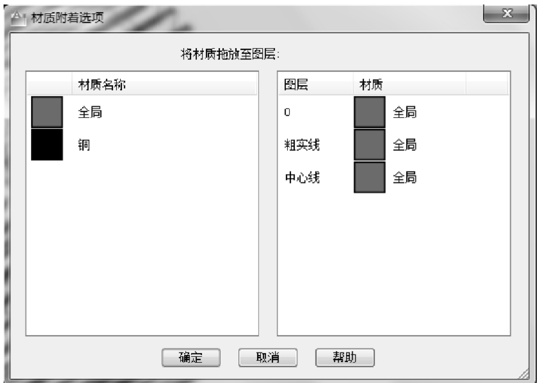



图 14-30 【材质附着选项】对话框




图 14-31 将材质赋予齿轮

6）单击【材质】工具栏的【材质/纹理观】按钮后的倒三角 材质/纹理关，在弹出的下拉列表中选择材质/纹理开 材质/纹理开，齿轮被赋予材质铜，如图 14-32 所示。

**2. 更换背景**

1）单击【视图】工具栏的【视图管理器】按钮或输入命令“VIEW”，弹出如图14-33所示的【视图管理器】对话框。

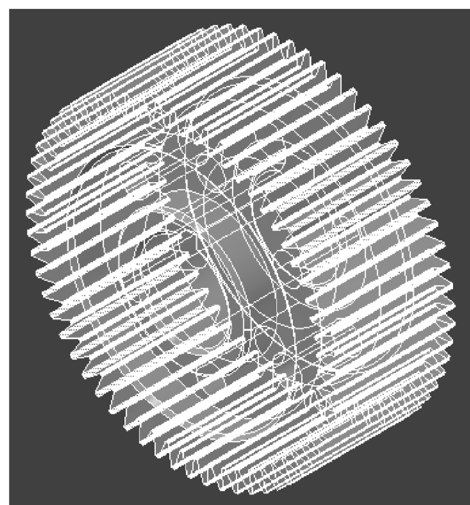


图 14-32　铜材质的齿轮




图 14-33　【视图管理器】对话框

2）单击右侧【新建（M）】按钮，弹出如图 14-34 所示【新建视图/快照特性】对话框，在视图名称后的文本框内输入文字“渲染”，单击背景下默认后的倒三角，选择渐变色。

3）弹出如图 14-35 所示的【背景】对话框，调整顶部和底部的颜色，连续单击两次确

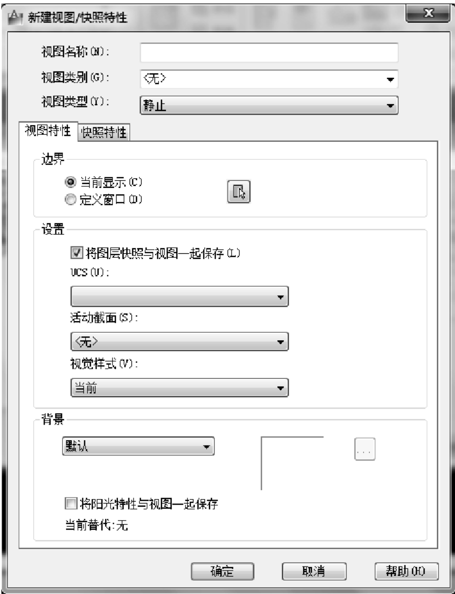



图 14-34　【新建视图/快照特性】对话框




图 14-35　【背景】对话框

定按钮，回到【视图管理器】对话框，单击【置为当前】按钮，单击【确定】，关闭对话框。

4）将背景改为渐变色后，如图 14-36 所示。

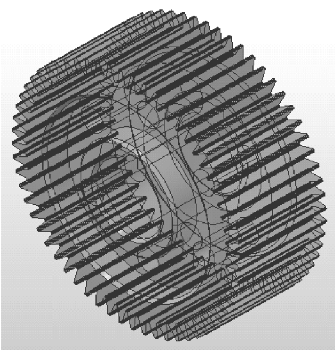


图 14-36　更改的背景

**3. 对齿轮进行渲染**

1）单击【渲染】工具栏【中】后的倒三角，选择“高”，将渲染预设设置为高。单击【渲染】按钮，弹出渲染窗口，如图 14-37 所示。

2）单击【文件】按钮，选择【保存】，弹出如图14-38 所示的【渲染输出文件】对话框，在文件名后的文本框内输入文字“齿轮”，在文件类型后的下拉列表内选择 JPEG 格式。选择合适位置，单击【保存】按钮，将渲染后的齿轮保存为图片格式。

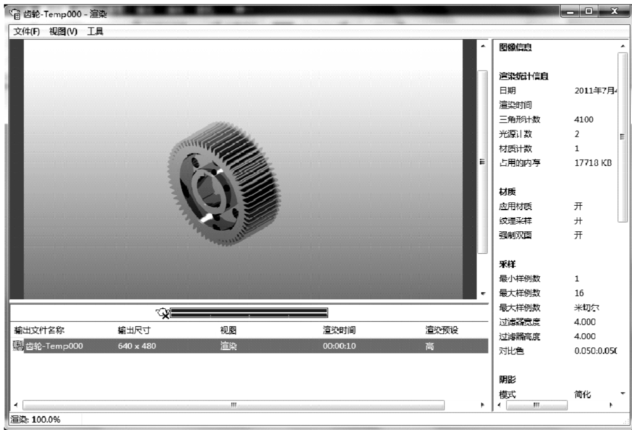



图 14-37　渲染窗口

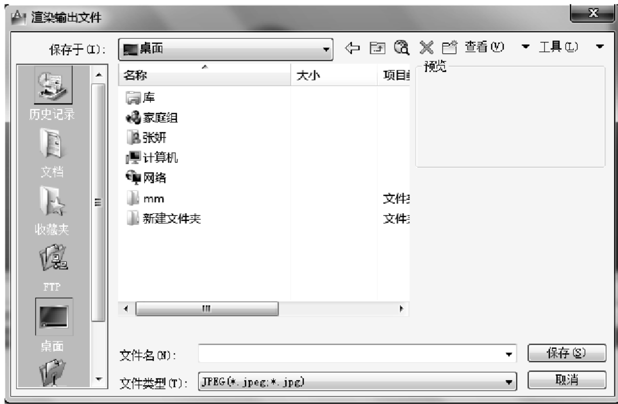



图 14-38　【渲染输出文件】对话框

# 第 15 章　打印与发布图形

完成图形的绘制、编辑后，为便于查看、对比和资源共享等，需要对现有图形进行布局设置、打印输出或网上发布。本章主要介绍视图布局、浮动视口的设置、常用图形的打印输出以及 DWF 格式文件的发布。

## 15.1　模型空间与布局空间

AutoCAD 中有两种不同的工作环境，分别用【模型】和【布局】选项卡表示。这些选项卡位于绘图区域底部附近的位置，如图 15-1 所示。

【模型】选项卡提供了一个无限的绘图区域，称为模型空间。在模型空间中，首先确定一个单位是表示一毫米、一分米、一英寸、一英尺还是表示在工作中最方便或最常用的其他单位，然后可以按 1∶1 的比例绘制、查看和编辑模型，完成所需的全部绘图工作。十字光标在整个绘图区域都处于活动状态，如图 15-2 所示。

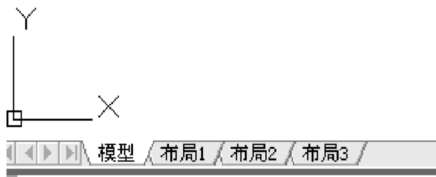



图 15-1　【模型】与【布局】空间的切换

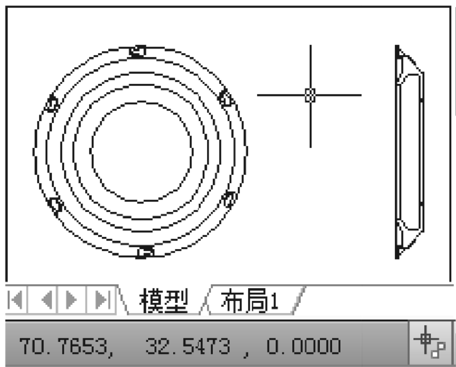



图 15-2　模型空间

【布局】选项卡提供了一个称为图纸空间（或布局空间）的区域。图纸空间是图纸布局环境，在图纸空间中，可以指定图纸大小、放置标题栏、创建用于显示视图的一个或多个布局视口、标注图形以及添加注释，用于打印输出图纸时对图形的排列和编辑。它完全模拟图纸页面，在绘图之前或之后安排图纸的布局输出。图形空间中，一个单位表示一页图纸的实际距离，该单位可以是毫米或英寸，具体取决于个人如何配置页面设置，十字光标在整个布局区域都处于活动状态，如图 15-3 所示。

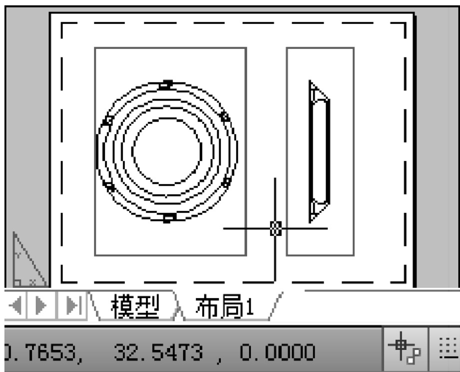



图 15-3　图纸空间

可以在【模型】选项卡（模型空间）中设计图形主题，并在【布局】选项卡（图纸空间）中进行打印准备。

布局空间在图形输出中有重要作用，它模拟图样页面，并提供直观的打印设置。在布局中创建并打印视口对象，并添加标题栏或其他对象和几何图形，也可以在图形中创建多个布局以显示不同视图，每个布局可以使用不同的打印比例和图样尺寸。

### 15.1.1　布局基本操作

**1. 创建新布局和修改图形布局**

1）菜单栏：选择菜单栏中的【插入】|【布局】|【新建布局】。

2）命令行：LAYOUT

//用于创建和修改图形布局选项卡。

命令窗口将显示以下提示：

*输入布局选项［复制(C)/删除(D)/新建(N)/样板(T)/重命名(R)/另存为(SA)/设置(S)/?］<设置>：　//布局命令的选项*

- 样板：基于样板（DWT）、图形（DWG）或图形交换（DXF）文件中现有的布局创建新布局选项卡。
- 另存为：将布局另存为图形样板（DWT）文件，而不保存任何未参照的符号表和块定义信息。可以使用该样板在图形中创建新的布局，而不必删除不必要的信息。

**2. 使用布局向导**

可以使用“创建布局”向导创建新布局。向导包含一系列页面，会提示有关布局设置的详细信息，其中包括新布局的名称、与布局相关联的打印机、图纸尺寸、图形在图纸上的方向、标题栏、视口设置等等，这些页面可以引导用户逐步完成新建布局的过程，因此使用该方式创建的布局一般不需要再进行调整和修改，即可执行打印输出，适合初学者使用。

“LAYOUTWIZARD”命令用于创建新的布局选项卡并指定页面和打印设置。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【插入】|【布局】|【创建布局向导】命令。

2）命令行：LAYOUTWIZARD。

执行上述操作后，系统打开【创建布局】对话框，在创建布局向导的每一页为新布局选择适当的设置。

1）开始：开始创建一个新的布局，输入新布局的名称，如图 15-4 所示。

2）打印机：为新布局选择配置的绘图仪，如图 15-5 所示。

3）图纸尺寸：选中布局使用的图纸尺寸。可用图纸尺寸由选择的打印设备决定，如图 15-6 所示。

4）方向：选择图形在图纸上的方向，如图 15-7 所示。

5）标题栏：选择用于此布局的标题栏，可以选择插入标题栏或者外部参照标题栏。标题栏将放在图纸的左下角，如图 15-8 所示。

6）定义视口：要向布局中添加视口，请指定设置类型、比例以及（如果可用）行数、列数和间距，如图 15-9 所示。

7）拾取位置：选择“选择位置”可在图形中指定视口配置的位置。布局向导将提示选

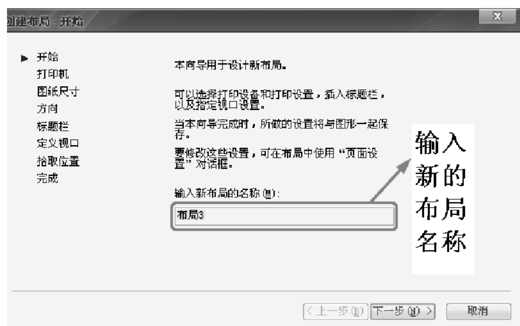



图 15-4 【创建布局－开始】页面




图 15-5 【创建布局－打印机】页面

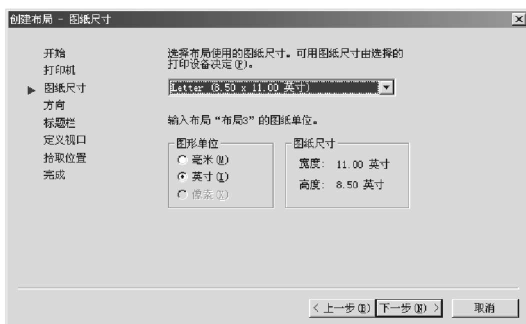



图 15-6 【创建布局－图纸尺寸】页面




图 15-7 【创建布局－方向】页面

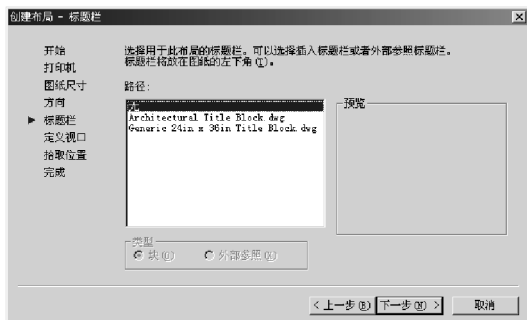



图 15-8 【创建布局－标题栏】页面




图 15-9 【创建布局－定义视口】页面

择要创建的视口配置的角点，如图 15-10 所示。

8）完成：创建布局向导设置完成，新布局将成为当前布局选项卡。要修改新布局向导中应用的设置，可选择新布局选项卡，然后使用“页面设置”对话框修改任何现有的设置。如图 15-11 所示。

**3. 使用布局样板创建布局**

布局样板是从任何 DWG 或 DWT 文件中输入的布局，可以利用现有样板中的信息创建新的布局。程序提供了样例布局样板，以供设计新布局环境时使用。现有样板的图纸空间对象和页面设置将用于新布局中。这样，将在图纸空间中显示布局对象（包括视口对象）。




图 15-10　【创建布局 – 拾取位置】页面

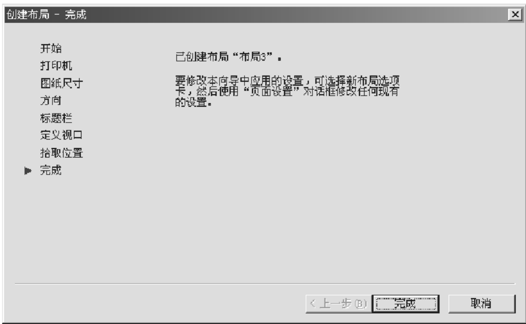



图 15-11　【创建布局 – 完成】页面

菜单栏：【插入】|【布局】|【来自样板的布局】。

弹出【从文件选择样板】对话框，如图 15-12 所示。

从弹出的对话框列表中选择图形样板文件，单击【打开】按钮，弹出【插入布局】对话框，如图 15-13 所示，从对话框的列表中选择布局样板，单击【确定】按钮。

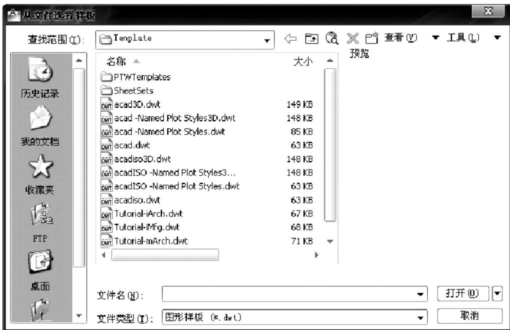



图 15-12　【从文件选择样板】对话框

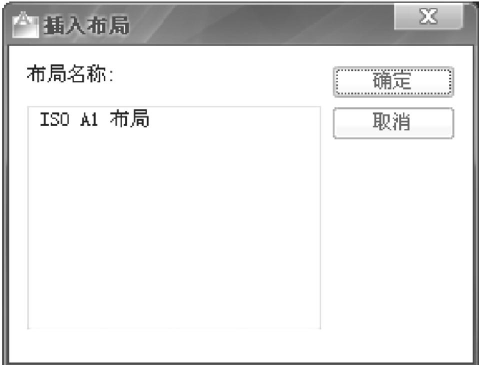



图 15-13　【插入布局】对话框

**4. 保存布局样板**

任何图形都可以保存为图形样板（DWT 文件），包括所有对象和布局设置。

选择 LAYOUT 命令的“另存为”选项，可以将布局保存为新的 DWT 文件。布局样板与图形样板或图形文件一样带有 .DWT 或 .DWG 扩展名，但是它包含一些对布局无关紧要的信息。

**5. 使用设计中心插入布局**

用户可以使用 DesignCenter™（设计中心）将布局及其对象从任意图形拖动到当前图形中。如果使用设计中心将布局插入到图形中，则创建一个新的布局，包括源布局中的所有图纸空间对象、定义表及块定义，可以删除不需要的图纸空间对象。

使用设计中心插入布局步骤：

1）单击【视图】标签下【选项板】面板中的【设计中心】按钮。

2）在弹出的【设计中心】面板（如图 15-14）左侧的树状图中，查找包含要重复使用的布局图形。

3）双击图形名称，展开其下面的选项。

4）选择【布局】图标，在内容区中显示单独的布局。

5）使用以下方法将布局插入到当前图形中：

- 将布局图标从内容区拖至图形中。
- 用鼠标右键单击选择内容区中的目标布局，单击选择【添加布局】命令。

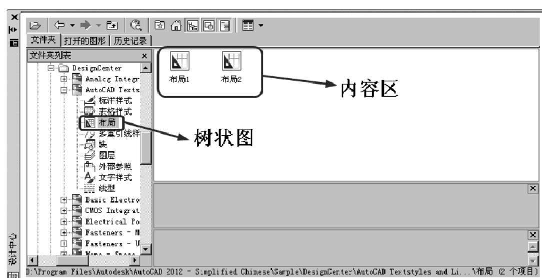



图 15-14 【设计中心】面板

## 15.1.2 创建布局视口

视口就是视图所在的窗口。在创建复杂的二维图形和三维模型时，为了便于同时观察图形的不同部分，可以将绘图区域划分为多个视口。视口有两种，分别是模型空间视口和布局视口。

使用【模型】选项卡可将绘图区域分割成一个或多个相邻的矩形视图，称为模型空间视口。在【模型】空间上创建的视口充满整个绘图区域并且相互之间不重叠。在一个视口中做出更改后，其他视口也会立即更新。

使用【布局】选项卡，也可以在图纸空间（布局空间）上创建视口，称为布局视口。可以创建布满整个布局的单一布局视口，也可以在布局中创建多个布局视口。创建布局视口后，可以根据需要更改其大小、特性、比例以及对其进行移动。通过使用布局视口，可以对显示进行更多控制，例如，可以冻结一个布局视口中的特定图层，而不影响其他视口。

“MVIEW”命令用于创建并控制布局视口。可以在布局中创建所需的任意多个视口，但是每次最多可激活 64 个视口。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【视图】|【视口】命令。

2）命令行：MVIEW。

命令窗口将显示以下提示：

*指定视口的角点或[开(ON)/关(OFF)/布满(F)/着色打印(S)/锁定(L)/对象(O)/多边形(P)/恢复(R)/图层(LA)/2/3/4]<布满>：　　//视口选项*

- 1：图层（LA）：将选定视口的图层特性替代重置为它们的全局图层特性。
- 2：将指定的区域水平或垂直划分为两个大小相等的视口，如图 15-15 所示。
- 3：将指定的区域等分为三个视口。

【水平】和【垂直】选项将指定区域平分为三个视口。其他选项将此区域分为三个视口：一个较大视口和两个较小视口。“上”、“下”、“左”和“右”选项指定较大视口的位置，如图 15-16 所示。

- 4：将指定的区域水平和垂直划分为四个大小相等的视口，如图 15-17 所示。



图 15-15　两个视口

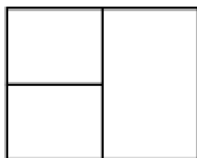


图 15-16　三个视口



图 15-17　四个视口

## 15.2　打印

绘制图形后，可以使用多种方法输出，可以将图形打印在图纸上，也可以创建成文件以供其他应用程序使用。以上两种情况都需要进行打印设置。

### 15.2.1　页面设置

页面设置是打印设备和其他用于确定最终输出外观和格式设置的集合，这些设置存储在图形文件中。每个布局都可以与不同的页面设置相关联。

通常在创建布局时，需要指定绘图仪和进行页面设置（例如页面尺寸和方向）。如果创建布局时未在【页面设置】对话框中指定所有设置，则可以在打印之前设置页面，或者在打印时替换页面设置。可以对当前打印任务临时使用新的页面设置，也可以保存新的页面设置。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【文件】|【页面设置管理器】。

2）应用程序菜单 |【打印】|【页面设置】。

3）功能区：【输出】选项卡|【打印】面板|【页面设置】。

4）快捷方式：在模型或图纸空间上单击鼠标右键。

5）命令行：PAGESETUP。

则打开【页面设置管理器】对话框，如图 15-18 所示。使用【页面设置管理器】可以控制每个新建布局或图纸的页面布局、打印设备、图纸尺寸和其他设置，可以命名并保存页面设置，以便在其他布局中或打印作业中重复使用。




图 15-18　【页面设置管理器】对话框

单击【修改】按钮，将弹出【页面设置】对话框，如图 15-19 所示。

图 15-19　【页面设置】对话框

在该对话框中，可以显示所选打印设备可用的标准图纸尺寸、指定要打印的图形区域、打印区域相对于可打印区域左下角或图纸边界的偏移、打印比例、设定、编辑打印样式表，或者创建新的打印样式表、指定着色和渲染视口的打印方式，并确定它们的分辨率级别和每英寸点数（DPI）、指定线宽、透明度、打印样式、着色打印和对象的打印次序等选项并指定图形在图纸上的打印方向。

## 15.2.2　打印样式

打印输出图形时，所打印图形线条的宽度根据对象类型的不同而不同。对于所打印的对象属性，不但可以在绘图时直接通过图层进行设置，还可以利用打印样式进行对象的颜色、线型、线宽、抖动以及端点样式等外观特征进行设置。

打印样式表收集了多组打印样式，并将它们保存到文件，以便以后打印时应用。一个图形只能使用一种类型的打印样式表。打印样式有两种类型：颜色相关和命名。

颜色相关打印样式表是根据对象的颜色设置的打印方案。例如，图形中所有被指定为红色的对象均以相同的方式打印。这些打印样式表文件的扩展名为 . ctb。

命名打印样式表使用直接指定给对象和图层的打印样式。使用这些打印样式表可以使图形中的每个对象以不同颜色打印，与对象本身的颜色无关。这些打印样式表文件的扩展名为 . stb。

“STYLESMANAGER”命令用于显示打印样式管理器，从中可以修改打印样式表。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【文件】|【打印样式管理器】。

2）应用程序菜单 |【打印】|【管理打印样式】。

3）命令行：STYLESMANAGER。

则打开打印样式管理器，如图 15-20 所示，它是包含所有可用打印样式表以及【添加打印样式表向导】的文件夹。

在文件夹中，可以启动【添加打印样式表向导】文件，添加新的打印样式表，或双击 STB 或 CTB 文件以打开打印样式表编辑器，修改打印样式表中的打印样式。

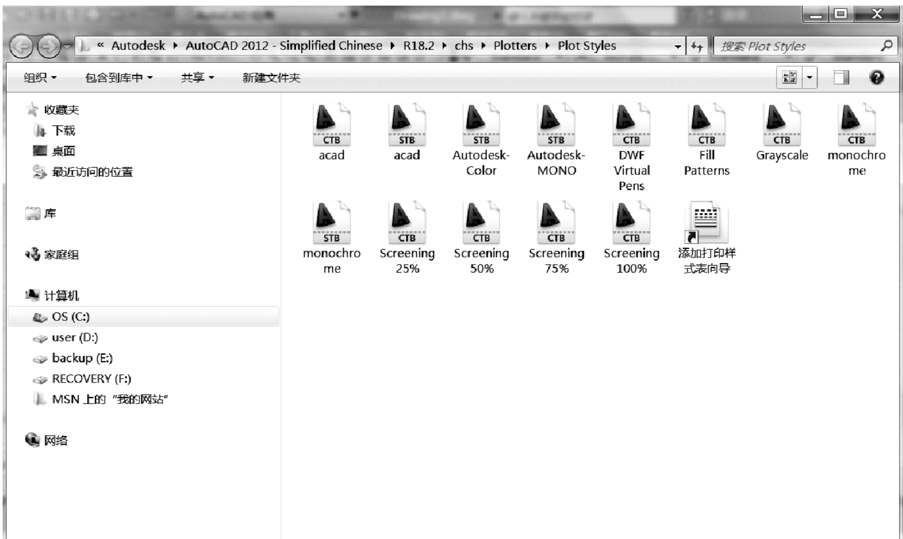



图 15-20　打开打印样式管理器

设置打印样式还可以在空白处用鼠标右键单击，在快捷中选择【选项】，如图 15-21 所示，在【选项】对话框中选择【打印和发布】选项卡，单击上面的“打印样式表设置”按钮。




图 15-21　【选项】对话框

系统打开【打印样式表设置】对话框，如图 15-22 所示，指定应用到新图形的当前打印样式表设置。

## 15.2.3　打印输出

打印输出就是将最终设置完成后的图纸布局，通过打印的方式输出该图形，或将图纸信息输出到其他程序中，方便进行辅助加工等。

“PLOT”命令用于将图形输出到绘图仪、打印机或文件中。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【文件】|【打印】。

2）应用程序菜单 |【打印】。

3）功能区：【输出】选项卡 |【打印】面板 |【打印】。

4）命令行：PLOT。

则打开【打印－模型】对话框，按下右下角的按钮，将对话框展开，如图 15-23所示，可以设置打印设备参数、图纸尺寸、打印区域等，与 15.2.1 节中的【页面设置】对话框类似。




图 15-22 【打印样式表设置】对话框

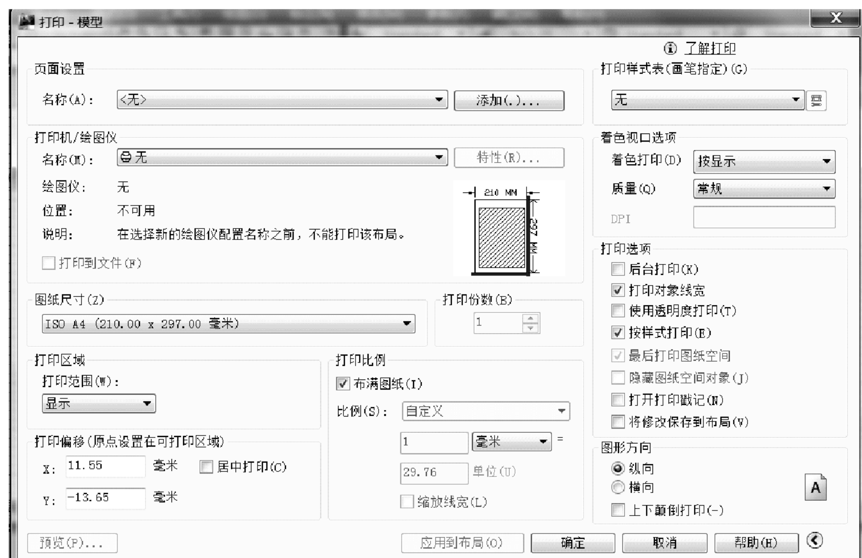



图 15-23 【打印－模型】对话框

## 15.3　输入/输出其他格式的文件

用户可以使用多种类型的文件，包括由其他应用程序创建的文件和在早期版本的程序中创建的文件。

**1. 输入不同格式文件**

可以在 AutoCAD 当前图形中输入其他多种应用程序，例如 Autodesk 3ds MAX 、Pro/ENGINEER 和 SolidWorks 等创建的各种不同格式的数据文件。输入过程将数据转换为相应的 DWG 文件数据。

"IMPORT" 命令将不同格式的文件输入当前图形中。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【文件】|【输入】。

2）功能区：【插入】选项卡 |【输入】面板 |【输入】。

3）命令行：IMPORT。

显示【输入文件】对话框（标准文件选择对话框）。

**2. 输出不同格式文件**

如果在另一个应用程序中需要使用图形文件中的信息，可通过输出将其转换为特定格式。

"EXPORT" 命令以其他文件格式保存图形中的对象。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【文件】|【输出】。

2）应用程序菜单 |【输出】。

3）命令行：EXPORT。

显示【输出文件】对话框（标准文件选择对话框）。

## 15.4　发布

发布是 AutoCAD 2012 提供的一种简单创建图纸图形集或电子图形集的方法。电子图形集是打印的图形集的数字形式，可以通过将图形发布为 DWF、DWFx 或 PDF 文件来创建电子图形集，电子图形集以电子邮件附件形式发送、使用工程协作站点（例如 Autodesk Buzzsaw）共享，或将其发布到网站上，这使用户可以与客户、供应商和需对图形进行查看或进行记录的公司内部人员共享作品。

可以使用 Autodesk Design Review 查看或打印 DWF 和 DWFx 文件，使用 PDF 查看器查看 PDF 文件。使用三维 DWF 发布，用户可以创建和发布三维模型的 DWF 文件，并且可以使用 Autodesk DWF Viewer 查看这些文件。

### 15.4.1　图形发布

"PUBLISH" 命令用于将图形发布为 DWF、DWFx 和 PDF 文件，或发布到绘图仪。可以为特定用户自定义图形集，也可以保存图形集并在工程进展过程中添加、删除、重排序、复制和重命名图形集。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【文件】|【发布】命令。

2）工具栏：单击【输出】选项卡，【打印】工具栏中的【批处理打印】按钮。

3）命令行：PUBLISH。

弹出【发布】对话框，如图 15-24 所示，在此，可以显示当前图形集（DSD）或批处理打印（BP3）文件、定义发布图纸列表的方式、添加或删除图纸列表的图形进行发布操作，创建一个或多个单页 DWF、DWFx 或 PDF 文件，或打印到设备或文件。

### 15.4.2　发布 DWF 文件

**1. 发布二维 DWF 文件**

"EXPORTDWF" 命令用于将图形发布为 DWF 文件，或发布到绘图仪。

图 15-24　【发布】对话框

1）菜单栏：选择【应用程序菜单】|【输出】|【DWF】命令。

2）工具栏：单击【输出】选项卡，【输出为 DWF/PDF】工具栏中的【输出】按钮。

3）命令行：EXPORTDWF。

弹出【另存为 DWF】窗口，如图 15-25 所示。

图 15-25　输入文件名

单击【选项】按钮，打开【输出为 DWF/PDF 选项】选项板，从中可以更改 DWF 文件设置，例如文件位置、密码保护及图层信息，如图 15-26 所示。

**2. 发布三维 DWF 文件**

使用“3DDWF”或“EXPORT”命令，可以创建三维模型的 DWF 或 DWFx 文件，其视觉逼真度几乎与原始 DWG 文件相同，并使用 Autodesk Design Review 查看这些文件。生成三维模型的 DWF 或 DWFx 文件可以创建单页或多页的 DWF 或 DWFx 文件，其中包含二维和三维模型空间对象。

使用“PUBLISH”命令可以一次发布多个三维 DWF 或三维 DWFx 文件。【发布】对话框将显示一个列表，列出了当前处于打开状态的图形文件的所有图纸名称，可以通过在




图 15-26　输出为 DWF/PDF 选项

【图纸名称】列表上添加或删除图纸来决定将哪张图纸发布为三维 DWF 或三维 DWFx 文件。

## 15.4.3　发布到 WEB 页

AutoCAD 2012 提供了网上发布功能，让更多人在 INTERNET 上查看图形。

“网上发布”向导提供了一个简化的界面，用于创建包含图形的 DWF、DWFx、JPEG 或 PNG 图像的格式化 Web 页。使用“网上发布”，即使不熟悉 HTML 编码，也可以快速轻松创建精彩的格式化 Web 页，将其发布到 Internet 或 Intranet 网址。

“PUBLISHTOWEB”命令创建包含选定图形图像的 HTML 页面。

1）菜单栏：选择菜单栏中的【文件】|【网上发布】命令。

2）命令行：PUBLISHTOWEB。

按照说明生成 Web 页后，可以将其发布到 Internet 或 Intranet 位置。

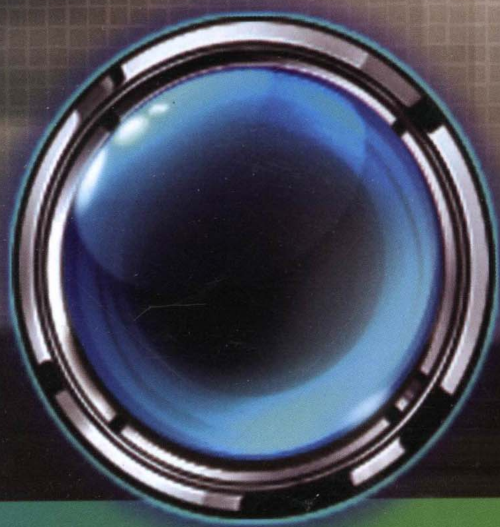
# 参 考 文 献


［1］张余，付劲英，周秀，等．中文版 AutoCAD 2008 从入门到精通［M］．北京：清华大学出版社，2008.
［2］姜军，姜勇，刘冬梅．AutoCAD 中文版机械制图习题精解［M］．北京：人民邮电出版社，2011.
［3］曾令宜，华顺刚．AutoCAD 2008 中文版应用教程［M］．北京：电子工业出版社，2008.
［4］刘伟．Autodesk AutoCAD 2010 工程师认证标准培训教材［M］．北京：人民邮电出版社，2010.
［5］二代龙震工作室．AutoCAD 2010 中文版建筑设计基础教程［M］．北京：清华大学出版社，2010.
［6］二代龙震工作室．AutoCAD 2011 机械制图基础［M］．北京：清华大学出版社，2011.
［7］李亮辉，张青．中文版 AutoCAD 2010 入门与进阶［M］．北京：清华大学出版社，2010.

## 全面讲解AutoCAD机械制图功能

## 引导读者成为AutoCAD机械制图高手

- ▲ 透彻讲解典型范例
- ▲ 详细讲解操作步骤
- ▲ 光盘内容指导使用



地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

上架指导 机械工程/机械制图
ISBN 978-7-111-38107-5
ISBN 978-7-89433-420-6（光盘）
策划编辑◎李万宇 / 封面设计◎马精明

ISBN 978-7-111-38107-5



定价：39.00元（含1CD）